

KENNOTERMINAALIN KONFIGUROINTI JA KÄYTTÖÖNOTTO

Lauri Lehtomäki

Opinnäytetyö
Toukokuu 2014

Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä(t) Lehtomäki, Lauri	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 05.05.2014
	Sivumäärä 59	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi KENNOTERMINAALIN KONFIGUROINTI JA KÄYTTÖÖNOTTO		
Koulutusohjelma Automaatiotekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Puttonen, Pasi		
Toimeksiantaja(t) Rejlers Oy, Miettinen Jukka		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Rejlers Oy:n Jyväskylän toimipiste, jossa tehdään muun muassa sähkö-, automaatio- ja instrumentointisuunnittelua kansainvälisesti.</p> <p>Tavoitteena oli hankkia tietoa ja kokemusta ABB:n uusista REF600- ja REM600-sarjan kennotermiinaaleista painottuen niissä olevaan IEC 61850 -standardoituun väylään. Tarkoituksena oli parantaa kennotermiinaali- ja väyläosaamista Rejlersillä.</p> <p>Työssä perehdyttiin ensin kennotermiinaalien ja IEC 61850 -standardoidun väylän teoriaan ja yleis-tietoon, minkä jälkeen konfiguroitiin toimiva suojausjärjestelmä johtolähdölle ja kommunikatioyh-teys kennotermiinaalilta ala-asemalle. Teoriaosuudessa käydään läpi myös kennotermiinaalien ja suojauslaitteiden historiaa sekä laitevertailua ABB:n, Vampin ja Siemensin kennotermiinaalien välillä. Raportista löytyy myös kennotermiinaalin ja ala-aseman konfiguroinnin pikaohje, jossa käytetään IEC 61850 standardoitua väylää.</p> <p>Rejlersillä osaamista voidaan hyödyntää hankitun tiedon ja kokemuksen kautta suunnittelu- ja käyt-töönottotehtävissä. Työtä voidaan käyttää myös hyväksi esimerkiksi korkeakoulujen projektitoissa.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Kennotermiinaali, ala-asema, IEC 61850 -standardi, väylä, GOOSE, SAB600, PCM600, COM600, VAMPSET, SIPROTEC 5, DIGSI 5		
Muut tiedot		



Author(s) Lehtomäki, Lauri	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 05052014
	Pages 59	Language Finnish
		Permission for web publication (X)
Title CONFIGURING AND COMMISSIONING OF IED		
Degree Programme Automation Engineering		
Tutor(s) Puttonen, Pasi		
Assigned by Rejlers Oy, Miettinen Jukka		
<p>Abstract</p> <p>This thesis was assigned by Rejlers Oy's office in Jyväskylä. Rejlers provides e.g. electrical, automation and instrumentation design for clients in Finland and worldwide.</p> <p>The aim was to gather information and experience of ABB's new REF600 and REM600 IEDs interest being on the IEC 61850 standardized bus. The goal was to improve the knowledge about IEDs and process buses, so that the knowledge then could be passed on to others in Rejlers.</p> <p>The first part in this thesis covers the theory and general knowledge of IEDs and the IEC 61850 standardized bus. This part also consists of the history of IEDs and protective relays and the comparison of ABB's, Vamp's and Siemens's IEDs. The second part includes the configuration of feeder protection and also configuring the bus from IED to the substation. In the end there is a guide for configuring feeder IEDs and substations using the IEC 61850 standardized bus.</p> <p>The gathered information and knowledge can be used to help Rejlers in design and commissioning tasks. This thesis can also be used in e.g. project work at universities.</p>		
Keywords IED, substation, IEC 61850 standard, bus, GOOSE, SAB600, PCM600, COM600, VAMPSET, SIPROTEC 5, DIGSI 5		
Miscellaneous		

Sisältö

Käsitteet	4
1 Opinnäytetyön lähtökohdat	6
1.1 Opinnäytetyön tarkoitus.....	6
1.2 Rejlers Oy.....	7
2 Relesuojaus.....	8
2.1 Sähköverkon suojaus	8
2.2 Suojareleen toimintaperiaate.....	10
2.3 Suojareleiden kehityskaari	10
2.3.1 Sähkömekaaniset releet.....	10
2.3.2 Staattiset releet	11
2.3.3 Numeeriset releet	11
3 IEC 61850 -standardoitu väylä	13
3.1 Pitkä historia ja valoisa tulevaisuus	13
3.2 GOOSE-kommunikaatio	15
4 ABB:n RELION-tuoteperhe	16
4.1 REF600-sarjan kennotermiinaalit	17
4.2 REM600-sarjan kennotermiinaalit.....	18
4.3 RIO600-I/O-yksikkö	19
4.4 COM600-ala-asema	21

	2
4.5 PCM600-ohjelma	22
5 Muita kennotermiinaaleja	23
5.1 Vamp.....	23
5.1.1 Kennotermiinaalit.....	23
5.1.2 VAMPSET-ohjelma.....	26
5.2 Siemens.....	27
5.2.1 Kennotermiinaalit.....	27
5.2.2 DIGSI 5 -ohjelma	30
6 Konfigurointityö	31
6.1 Lähtökohdat.....	32
6.2 Konfigurointi	33
6.2.1 Järjestelmä	33
6.2.2 Konfigurointi PCM600:lla	34
6.2.3 Konfigurointi SAB600:lla.....	35
7 Testaus	36
8 pohdinta	39
Lähteet	41
Liitteet.....	44
Liite 1. Piirikaaviot	44
Liite 2. Testaussuunnitelma	48

Liite 3. Kennoterminaalien ja ala-aseman konfiguroinnin pikaohje.....	49
---	----

Kuviot

Kuvio 1. Rejlers-konsernin toimipisteet	7
Kuvio 2. Sähkönjakelun keskeytykset vuonna 2012	8
Kuvio 3. Esimerkki nykyaikaisen kennoterminaalien mahdollisista suojaustoiminnoista	12
Kuvio 4. Esimerkki kennoterminaalien REM615 suojauksesta	19
Kuvio 5. RIO600 IEC 61850 -väylässä.....	20
Kuvio 6. RIO600:n moduuleita	21
Kuvio 7. Com600-ala-asema.....	22
Kuvio 8. VAMP 257 -kennoterminaalit	24
Kuvio 9. Vamp 300 -kennoterminaalit.....	25
Kuvio 10. Siemensin SIPROTEC 5 -kennoterminaalit.....	27
Kuvio 11. SIPROTEC 5 -kennoterminaalien perusyksikkö	28
Kuvio 12. Perusyksikkö ja neljä lisämoduulia	29
Kuvio 13. "Plug in" -moduuli	30
Kuvio 14. Periaatekaavio tehdystä järjestelmästä	33
Kuvio 15. Katkaisijan ohjauslohko ohjelmakonfiguraatiossa	34
Kuvio 16. I/O:t ohjelmakonfiguraatiossa.....	35
Kuvio 17. Mittauspiirin kytkentä rev. 1	36
Kuvio 18. Opinnäytetyössä käytetyt laitteet ja niiden johdotukset.....	37

Käsitteet

COMTRADE	Common format for Transient Data Exchange for power systems, tiedostoformaatti, johon voidaan tallentaa häiriötallenteita
DCS	Distributed Control System, hajautettu ohjausjärjestelmä
ERPI	Electric Power Research Institute, sähköalan tutkimusinstituutio
GOOSE	Generic Object Oriented Substation Events, kommunikaatioprotokolla ala-aseмаликennöinnissä
GSSE	Generic Substation State Events, kommunikaatioprotokolla ala-aseмаликennöinnissä
HMI	Human-Machine Interface, koneen osa, joka vastaanottaa ihmisen antamat komennot, esimerkiksi näyttö, hiiri ja näppäimistö
I/O	Input/Output, tulo ja lähtö
ICD	IED Capability Description, tiedostoformaatti, joka kuvaa kennotermi-naalin ominaisuuksia
IEC	International Electrotechnical Commission, kansainvälinen sähköalan standardointijärjestö
IED	Intelligent Electronic Device, kennotermi-naali
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers, sähkö- ja elektroniikkainsinöörien instituutio
LAN	Local Area Network, lähiverkko
NCC	Network Control Center, valvomo
OPC	Open Connectivity via Open Standards, avoin tiedonsiirron standardi

RTD	Resistance Temperature Detectors, resistanssin muutokseen perustuva lämpötila-anturi
SCD	Substation Configuration Description, tiedostoformaatti, joka kuvastaa koko ala-aseman konfiguraation
UPS	Uninterruptible Power Supply, katkeamaton sähkönjakelu
WAN	Wide Area Network, laajaverkko

1 Opinnäytetyön lähtökohdat

1.1 Opinnäytetyön tarkoitus

Tein opinnäytetyön Rejlers Oy:n Jyväskylän toimistoon, jossa suoritin myös suurimman osan insinööriopintoihini kuuluvasta työharjoittelusta. Ajatus opinnäytetyön aiheesta syntyi, kun eräässä asiakasprojektissa oltiin siirtymässä ABB:n kennotermiinalista REF545 uuteen REF600-sarjaan. REF600 releissä käytetään uutta IEC 61850 -standardoitua väylää sekä uutta ohjelmointiympäristöä. Rejlersillä kenelläkään ei ollut kokemusta uusista kennotermiinaaleista, joten sähkösuunnittelija Harri Puranen ehdotti, että voisin tehdä opinnäytetyöni kyseisistä kennotermiinaaleista.

Aiheen valintaan vaikutti myös se, että insinööriopinnoissani oli juuri ollut projekti-kurssi, jossa projektin aiheeni oli ABB:n kennotermiinalin REF545-konfigurointi. Opinnäytetyö toimii näin hyvänä jatkona tuolle kurssille.

Periaatteeltaan uudet kennotermiinalit ovat kuten edeltäjänsä, joten toimeksiantajalta tuli toive, että keskittyisin uusiin asioihin uudessa kennotermiinalituoteperheessä, mistä on luonnollisesti vähiten kokemusta ja tietoa yrityksessä. Yrityksessä vähiten tietoa on IEC 61850 -standardoidusta väylästä, ja siihen opinnäytetyöni suurimmalta osin keskittyi.

Kennotermiinalin kokonaisvaltainen ymmärtäminen vaatii teoriaa, mutta myös käytännön tuntumaa laitteesta. Niinpä suunnittelin opinnäytetyöni kahteen osaan: teoriaan ja käytäntöön. Teoriaosuuteen päätimme ohjaajieni kanssa ottaa kennotermiinalin historiaa, laitevertailua ABB:n ja muiden valmistajien välillä sekä yleistietoa IEC 61850 -standardoidusta väylästä. Käytännön osuudessa rakensin järjestelmän, joka mallintaa oikeata suojausjärjestelmää sekä väyläliikennettä ylätason järjestelmään.

1.2 Rejlers Oy

Rejlers Oy on asiantuntijaorganisaatio, joka tarjoaa suunnittelu- ja konsultointipalveluita sekä projektitoimituksia teollisuuteen, energiaan, infraan, rakentamiseen ja kiinteistöihin. Rejlers Oy kuuluu pohjoismaiseen Rejlers-konserniin, jolla on yli 70 toimistoa pohjoismaissa ja muutama on myös Venäjällä (ks. kuvio 1). Rejlers -konsernin perusti Gunnar Rejler, ja Rejlerin perheellä on edelleen yli 60 %:n omistus konsernista. Työntekijöitä konsernissa on yli 1500, joista Suomessa on yli 450. (Konsti 2012, Konsti 2013.)



Kuvio 1. Rejlers-konsernin toimipisteet (Konsti 2013)

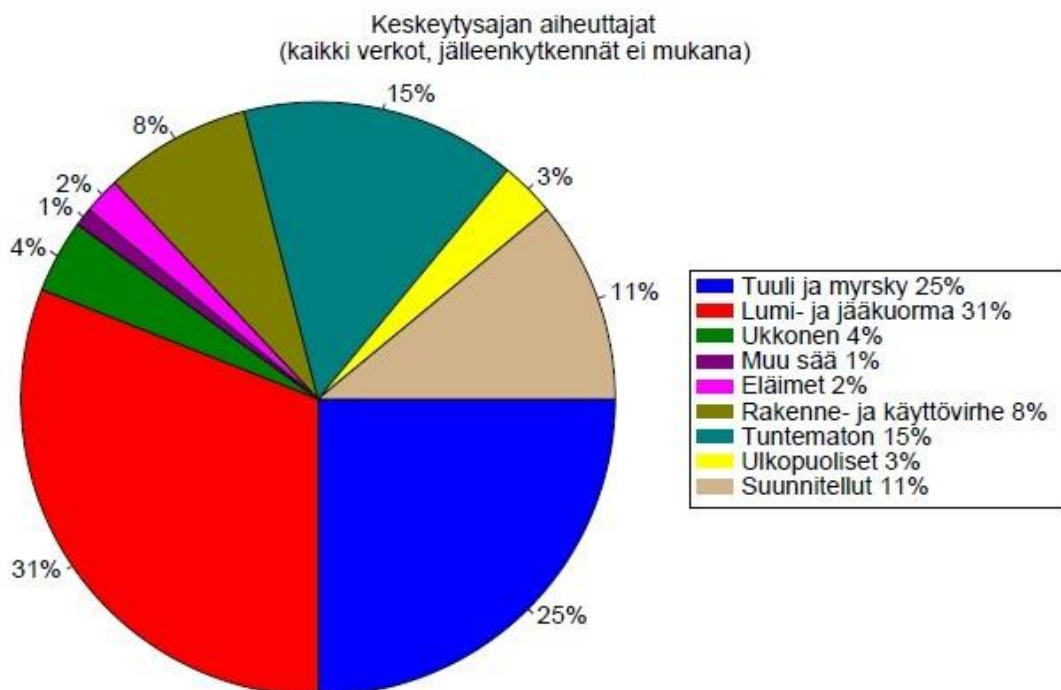
Rejlers Oy:n päätoimipiste sijaitsee Mikkelissä ja muita toimipaikkoja on Hyvinkäällä, Hämeenlinnassa, Jyväskylässä, Kotkassa, Kouvolassa, Kurikassa, Porissa, Porvoossa, Savonlinnassa, Tampereella, Turussa, Vantaalla ja Varkaudessa. Jyväskylän toimistolla on sähkösuunnittelua, automaatiosuunnittelua, instrumentointisuunnittelua sekä

mittauspalveluita. Työntekijöitä Jyväskylän toimistolla on noin 75, joista suurin osa tekee sähkö- ja automaatio suunnittelua. (Yritys n.d.)

2 Relesuojaus

2.1 Sähköverkon suojaus

Sähkönjakelu on valtava kokonaisuus, joka vaatii lukuisien asioiden yhteentoimimista. Yksi osa tätä kokonaisuutta ovat suojalaitteet, jotka suojaavat verkkoa erilaisilta häiriöiltä. Suurin osa häiriöistä on luonnon synnyttämiä, kuten kaatuneiden puiden, tuulen, jääkuorman, kovan pakkasen, tulvan tai eläinten aiheuttamia. Häiriöitä voi syntyä myös ihmisen toimesta, esimerkiksi kaivinkoneen rikkoessa maakaapelin. Kuviossa 2 on esitetty sähkönjakelun keskeytykset vuonna 2012. (Sähkökatkot ja jakelun keskeytykset n.d.)



Kuvio 2. Sähkönjakelun keskeytykset vuonna 2012 (Sähkökatkot ja jakelun keskeytykset n.d)

On selvää, että sähkö on nyky-yhteiskunnan yksi hyvinvoinnin perusedellytys: sähkö valaisee pimeydessä, lämmittää kylmässä ja viilentää kuumassa. Sairaalat, ruokakaupat ja tehtaot toimivat sähköllä. Lyhyetkin vikatilanteet voivat aiheuttaa merkittävät taloudelliset vahingot, mutta lisäksi viat voivat aiheuttaa vaaratilanteita, jolloin kyse on myös sähköturvallisuudesta. On siis helppo ymmärtää, että vikatilanteiden hoito ja ennakointi on ensiarvoisen tärkeää. (Aura & Tonteri 1993, 167.)

Suojalaitteiden tehtävä on minimoida häiriöiden haittavaikutukset. Kaikki suojalaitteet perustavat toimintansa siihen, että ne mittaavat sähköverkosta tiettyjä suureita ja toimivat, mikäli mitattavat arvot poikkeavat halutusta arvosta tai asetteluvälistä. Mitattavia suureita ovat muun muassa ylivirrat, yli- tai alijännitteet, yli- tai alitaajuuDET, vaaralliset kosketusjännitteet tai häiriöjännitteet. (Aura & Tonteri 1993, 167.)

Rele on suojalaite ja se määritellään seuraavasti:

”Rele on jonkin sähkövirtapiirissä tapahtuneen muutoksen (virikkeen) vaikutuksesta toimiva laite, jonka tehtävä on muutoksen aiheuttaminen ohjausta tai merkinantoa varten samassa tai toisessa sähkövirtapiirissä.” (Mörsky 1992, 19)

Relesuojauksen on täytettävä seuraavat yleiset vaatimukset:

- Suojauksen on suojattava koko järjestelmää.
- Suojauksen on toimittava nopeasti, jotta vahingot jäävät pieniksi.
- Suojauksen on oltava käyttövarma ja yksinkertainen.
- Suojauksen on oltava selektiivinen, eli mahdollisimman pieni osa verkosta joudutaan vikatilanteessa poistamaan käytöstä.
- Suojaus on voitava koestaa käytön aikana. (Aura & Tonteri 1993, 167.)

Jotkut vanhemmat suojareleet on voitu kytkeä suoraan päävirtapiiriin, jolloin releet ovat ensiö- eli primaarireleitä. Huomattavasti yleisempi tapa on kytkeä releet mittamuuntajien toisioon, jolloin releet ovat toisio- eli sekundaarireleitä. Sekundaarireleessä on useita etuja primaarireleeseen nähden. Yksi etu on se, että rele voidaan

sijoittaa vapaasti suhteessa suojattavaan kohteeseen. Toisena etuna ovat pienet virrat ja jännitteet, jotka kytkeytyvät releeseen. Releestä saadaan rakennettua tällöin pienempi ja sitä voidaan koestaa käytön aikana, toisin kuin primaarirelettä. (Aura & Tonteri 1993, 169; Mörsky 1992, 16, 22.)

2.2 Suojareleen toimintaperiaate

Katkaisija on sähköverkon pääpiirin komponentti, jolle releet antavat kiinni- ja aukiohjauskäskyt. Katkaisija siis nimensä mukaisesti katkaisee sähkönsyötön. Katkaisijassa on katkaisijan avaamiselle, ja yleensä myös sulkemiselle, omat apureleensä. Suojareleen tehtävä on nopeasti ohjata jännitelähteestä saatava virta katkaisijan au-ki- tai kiinniohjauskelalle oikealla hetkellä. Apujännite saadaan yleensä UPS-järjestelmästä. Vertauskuvallisesti voisi siis ajatella, että suojarele on kuin ihmisen refleksit: ne toimivat nopeasti, mutta vain tietyillä ehdoilla, perustuen johonkin mitattuun arvoon. (Mörsky 1992, 16.)

Normaalitilassaan suojarele vain tarkkailee mittaamia suuria. Kun mitattava suure toimintaperiaatteesta riippuen alittaa tai ylittää sallitut asetteluarvot, rele havahtuu, sitten toimii ja lopuksi kytkee antaen kytkentävirikkeen. Havahtumisen ja kytkemisen välinen aika on releen toiminta-aika. (Aura 1993, 168.)

2.3 Suojareleiden kehityskaari

2.3.1 Sähkömekaaniset releet

Vanhimmat suojareleet ovat sähkömekaanisia. Nimensä mukaisesti releessä on mekaanisia eli liikkuvia osia. Sähkömekaaniset suojareleet ovat isoja ja epätarkkoja, ja niitä on koestettava aika ajoin. Näiden releiden valmistus on jo lopetettu, mutta pitkäikäisyytensä ja toimintavarmuutensa vuoksi niitä on vielä käytössä vanhoissa laitoksissa ja niitä poistetaankin yleensä vasta uusittaessa suojausta. Vanhimmat sähkömekaaniset releet ovat primaarireleitä ja uudemmat sekundaarireleitä. Sekundaarireleet saavat apujännitteensä suoraan mittamuuntajasta. (Mörsky 1992, 21, 22.)

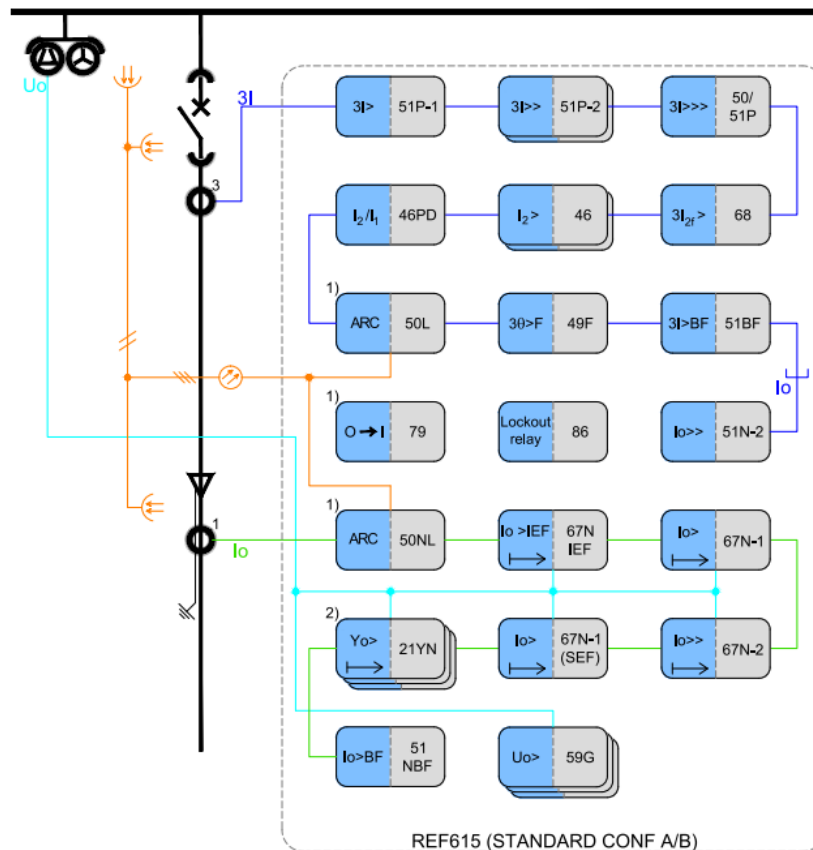
2.3.2 Staattiset releet

Staattiset releet käyttävät hyväkseen yksittäisiä puolijohdekomponentteja ja mikropiirejä. Mikropiirit mahdollistavat pienemmän koon, jolloin useampi suojaustoiminto voidaan yhdistää samaan suojareleeseen. Tätä kokonaisuutta on kutsuttu releen lisäksi myös releyksiköksi. Staattiset releet ovat myös tarkempia ja asettelualueet ovat laajempia. Releen dynamiikka, eli suurimman asetteluarvon suhde pienimpään, voi tarkkuuden heikentymättä olla kymmenen. (Aura & Tonteri 1993, 169; Mörsky 1992, 23, 24.)

Staattiset releet saavat apujännitteensä erillisestä apujännitelähteestä, joten mittauspiirin kuormitus ei ole niin suuri kuin sähkömekaanisilla releillä. Erillisen apujännitteen ansiosta voidaan lähtöreleenä käyttää apurelettä, jossa on apukoskettimet laukaisua ja hälytystä varten. Tällöin ei tarvita välireleitä, jotka saattaisivat hidastaa suojausta 20–40 ms. Staattiset releet tulivat markkinoille 1960-luvulla. (Mörsky 1992, 23, 24, 25.)

2.3.3 Numeeriset releet

Numeeriset releet tulivat markkinoille 1980-luvulla. Numeeriset- eli prosessorireleet ovat nykyisin syrjäyttäneet staattiset releet. Numeerisen releen mikroprosessori mahdollistaa yhä useampien suojaustoimintojen integroimisen samaan laitteeseen. Ensimmäisten numeeristen releiden markkinoille tulon jälkeen kehittyi uusi sukupolvi, jossa rele pystyi lukemaan ulkoisia tietoja, mutta myös lähettämään tietoja ulospäin. Rele toimi siis suojaustoimintojen lisäksi tiedonkeruuyksikkönä. Releyksikkö-nimitys, jota käytettiin staattisille releille, ei enää riittänyt erottamaan uutta relettä staattisista releyksiköistä. Tästä syntyi käsite kennoterminaali. (Mörsky 1992, 25, 26.) Kuviossa 3 on esimerkki kennoterminaalin suojaustoiminnoista.



Kuvio 3. Esimerkki nykyaikaisen kennoterminaalin mahdollisista suojaustoiminnoista (Product Guide REF615, 2013)

Kennotermiinaalit ovat yleensä liitettävissä myös erilaisiin tiedonsiirtoväyliin, jolloin kennoterminaaaleista saadaan etänä haettua tärkeitä tietoja, kuten katkaisijan tilatietoja, mittausarvoja ja häiriötallenteita. Prosessoriteknologian ansiosta numeeriset releet voidaan ohjelmoida tekemään monimutkaisia loogisia toimenpiteitä, kuten automaattista syötönvaihtoa. Numeerisissa releissä on itsevalvonta, joka havaitsee joitain releen vikoja. Tällä saadaan pidennettyä releen koestusväliä. (Mörsky 1992, 25, 26, 30.)

3 IEC 61850 -standardoitu väylä

IEC 61850 on kansainvälisesti hyväksytty standardi pääasiassa ala-asemien ethernet-pohjaiselle kommunikaatiolle. Standardi on erittäin massiivinen, siinä on yli 1000 sivua. Standardi määrittelee muun muassa käytettävät ohjelmakielet, ohjelmablokkien ja loogisten laitteiden nimeämisen, fyysiset liitännät miniminopeuksineen, tiedostomuodot sekä viestit kaapelissa. Standardilla varmistetaan siis valmistajien yhteensopivuus. Laitevalmistajien ei myöskään tarvitse kehittää omia väyläratkaisuja.

3.1 Pitkä historia ja valoisa tulevaisuus

IEC 61850 -standardin historia juontaa juurensa vuoteen 1988, jolloin EPRI ja IEEE käynnistivät Utility Communications Architecture (UCA) -projektin yhteistyössä Pacific Gas and Electric Co:n ja Houston Light and Power Co:n kanssa. Projektin tarkoitus oli parantaa valvontakeskuksien ja ala-asemien järjestelmien yhteensopivuutta. Tuloksena syntyi kokoelma kommunikaatioarkkitehtuureja, jotka tunnetaan nimellä UCA v1.0. (IEC 61850 n.d.)

UCA v1.0 oli aikanaan hyvin teoreettinen eikä tarjonnut tarkkaa kuvausta, kuinka uutta kommunikaatioarkkitehtuuria tulisi käytännössä käyttää. Laitevalmistajat eivät omaksuneet UCA v1.0:aa odotetulla tavalla, mutta EPRI ja IEEE jatkoivat kaikesta huolimatta projektin parissa kehittämällä UCA v2.0:n. UCA v2.0:ssa oli tarkasti määritelty loogiset laitteet, datan liikkuvuus ja suojauslohkot. (IEC 61850 n.d.)

Vuonna 1995 kansainvälinen sähköalan standardointiorganisaatio IEC liittyi mukaan kehitystyöhön noin 60 asiantuntijan kanssa, ja tavoitteena oli luoda kansainvälinen standardi sähkölaitosten kommunikaatiossa. Standardin lähtökohdiksi asetettiin eri valmistajien laitteiden yhteensopivuus, nopeat yhteydet kenttälaitteille ja yhtenäinen tapa laitteiden konfiguroinneille. (IEC 61850 n.d.)

Yhteistyöstä syntyi IEC 61850 -standardi, jonka ensimmäiset osat julkaistiin vuonna 2004. Virheitä kuitenkin sattuu kaikille, myös standardisointijärjestöille. Useiden vir-

heiden vuoksi, joista osaa ei pysty kennotermiinaaliin korjaamaan, internetiin perustettiin ”Tissues” (technical issues) palsta (www.tissues.iec61850.com/). Palstalle voi kuka tahansa kirjata standardin vikoja tai suunnitteluvirheitä. Yli 800 virheen jälkeen standardin ensimmäinen versio kumottiin ja tilalle julkaistiin päivitetty versio standardista. Päivitetyt standardit tunnetaan nimellä ” IEC 61850 Edition 2”. Standardiin on kuitenkin myöhemmin lisätty osia, jotka kantavat päätettä ”Edition 1”, sillä ne eivät ole kumonnet aiempia julkaisuja ja ovat siis osiensa ensimmäisiä julkaisuja. Toinen painos toi standardiin selvennyksiä sekä joitain uusia kaivattuja ominaisuuksia. Lisäksi joitain turhia asioita myös poistettiin, kuten GSSE. Toisessa versiossa standardin nimeen lisättiin sana ”systems” kuvastamaan, että standardia voi käyttää myös ala-asemien ulkopuolella. (IEC 61850 n.d, Muschlitz 2012)

Vaikka osa virheistä on jo korjattu, virheitä löytyy edelleen Tissues -sivuston mukaan yli 1000. Vaikka luku kuulostaa suurelta, on hyvä muistaa, että monet ”virheistä” eivät ole laisinkaan vakavia. Monet niistä ovat vain pieniä rajoitteita tai liittyvät vain suunnitteluprosessin helpottamiseen eivätkä esimerkiksi järjestelmän vakauteen tai turvallisuuteen. Näiden virheiden sekä jatkuvasti kasvavien vaatimusten ja odotusten takia IEC on tekemässä standardista kolmatta painosta. Virheiden paikkaamisen lisäksi uudessa versiossa on joitain uusia ominaisuuksia, ja siitä tehdään mahdollisimman taaksepäin yhteensopiva version 2 kanssa. Versio 2 on suurimmalta osin yhteensopiva version 1 kanssa. (IEC 61850 n.d, Muschlitz 2012)

Siemens oli ensimmäinen valmistaja, joka otti standardin mukaan tuotteisiinsa. Siemens lisäsi standardin tuen olemassa olevaan Siprotec 4 -tuotesarjaan vuonna 2004 ja samana vuonna ensimmäiset IEC 61850 -standardia tukevat Siemensin suojarieleet asennettiin Sveitsiin Winznauschachenin sähköasemalle. ABB toi standardin tuotteisiinsa vasta vuonna 2009 Relion-tuoteperheellään. Samana vuonna ABB:ltä tuli markkinoille myös väylämoduuli, jolla vanhemmat kennotermiinaalit on voitu liittää IEC 61850 -standardoituun väylään. ABB:n myöhäiseen tulemiseen on saattanut vaikuttaa myös se tosiasia, että se on kehittänyt oman kommunikaatioprotokollan nimeltään SPA. SPA:ta on lisensoitu myös muille valmistajille, kuten Vampille, mutta ei kuitenkaan Siemensille. (Selection guide for SIPROTEC and Reyrolle 2013; Kytölä n.d.)

IEC 61850 -standardi on erittäin tärkeä kaikille osapuolille. Sähköasemat voivat sen avulla vapautua ”yhden valmistajan koukusta”. Järjestelmää voidaan siis päivittää aina parhaiten sopivan valmistajan laitteilla. Standardi on hyvä myös valmistajien kannalta, sillä niiden ei tarvitse enää ottaa vastuuta omien kommunikaatioprotokollien kehittämisestä tai vaihtoehtoisesti luottaa kilpailijan kehittämään protokollaan. Standardi on tuonut myös paljon ominaisuuksia, joita ei ole nähty valmistajien omista ratkaisuissa.

3.2 GOOSE-kommunikaatio

GOOSE on osa IEC 61850 -standardia. GOOSE-kommunikaatio on horisontaalista kommunikaatiota. Tämä tarkoittaa, että suojalaitteet kommunikoivat keskenään ilman, että viestit kulkevat palvelimen kautta muodostaen vertaisverkon. Suojalaitteiden palvelimena toimii yleensä ala-asema itse. GOOSE-viestit voivat sisältää muun muassa mittaus-, laukaisu-, I/O- ja hälytystietoja. GOOSE-viestejä voidaan lähettää ja vastaanottaa eri valmistajien laitteiden välillä. Fyysisesti viestit voivat kulkea samassa väylässä, joka menee kennotermiinaaleilta ala-asemalle, mutta viestejä varten voidaan käyttää myös omaa väylää. (Hakala-Ranta, Rintamäki & Starck 2009.)

Perinteisesti suojalaitteiden välinen kommunikaatio on toteutettu niin kutsutulla kovakaapeloinnilla, jossa yhden laitteen ulostulo on kytketty toisen laitteen sisääntuloon johtimella. Kovakaapeloinnin ongelma on järjestelmän monimutkaisuus ja muokkaamisen vaikeus, tiedonkulun hitaus sekä hankintakustannukset. (Hakala-Ranta, Rintamäki & Starck 2009.)

GOOSE on luotu näiden ongelmien takia. GOOSE-kommunikaatiossa laitteet ovat kytkettynä Ethernet-väylällä toisiinsa tai kytkimeen, jolloin kaapeloinnista saadaan siisti ja kustannustehokas. GOOSE on erityisen hyvä niihin tilanteisiin, joissa on jo ennestään paljon I/O:ta käytössä. Tällöin ei tarvita erillisiä lisä-I/O-yksiköitä tai kalalliimpia suojalaitteita halutun järjestelmän luomiseksi. (Hakala-Ranta, Rintamäki & Starck 2009.)

GOOSElla saadaan säästöjä myös muilla tavoin. Esimerkiksi erilaisia dokumentteja ja/tai sähköpiirustuksia syntyy GOOSEssa vähemmän kuin kovakaapeloinnissa. Standardoitu väylä on myös helpompi testata automaattisilla testausohjelmilla verrattuna manuaaliseen johdotuksen testaukseen. (Hakala-Ranta, Rintamäki & Starck 2009.)

Toisaalta GOOSE, niin kuin koko IEC 61850 -standardi, tuo suunnitteluun haasteita, joita ei voida sivuuttaa. Suunnittelijat tarvitsevat koulutusta ja vanhat dokumenttipohjat pitää uusia. Esimerkiksi GOOSE-viestien esittäminen paperilla voi osoittautua yllättävänkin haasteelliseksi. Toisin sanoen yllättäviä kuluja tulee varmasti, kuten lähes aina uusissa asioissa.

4 ABB:n RELION-tuoteperhe

ABB:n Relion-tuoteperheen kennotermiinaalit käyvät kaikkien sähköjärjestelmien suojaukseen, ohjaukseen, mittaukseen sekä valvontaan. Relion-tuoteperheen kennotermiinaalin tunnistaa kennotermiinaalin nimestä. Jos nimi on muotoa REX6xx, se on Relion-tuoteperheen kennotermiinaali (esimerkiksi REM615, REF620 ja RET 630). Poikkeuksena ovat muutamat suojareleet, jotka ovat Relion-tuoteperhettä, mutta eivät ole kennotermiinaaleja (esimerkiksi REF601). Relion-tuoteperhe tuli markkinoille vuonna 2009. (Relion tuoteperhe ABB:ltä n.d.)

Suurin muutos edelliseen sukupolveen on kaikissa Relion-tuotteissa oleva natiivi IEC 61850 -tuki. Toisin sanoen IEC 61850 -standardoitu väylä toimii suoraan ilman erillisiä väyläsovittimia. Myös kennotermiinaalien konfigurointityökalu on uusittu Relion-kennotermiinaaleja varten. Ilmaisella PCM600-ohjelmalla voidaan konfiguroida kaikki kennotermiinaalit, mutta IEC 61850 -väylän konfigurointi voidaan tehdä vain ABB:n tuotteiden osalta. IEC 61850 -väylän konfigurointi muiden valmistajien laitteita varten tarvitaan maksullinen IET600-ohjelma. (Relion-tuoteperhe ABB:ltä n.d.)

Tässä työssä tarkastellaan tarkemmin REF600- ja REM600-sarjaa, koska nämä ovat eniten käytetyt ABB:n kennotermiinaalit toimeksiantajan projekteissa.

4.1 REF600-sarjan kennotermiinaalit

REF600-sarjan kennotermiinaalit ovat kokonaisvaltaisia sähkönjakelulaitoksiin tarkoitettuja suojaareleitä ja ovat siten paljon käytettyjä sähköasemilla. REF600-kennotermiinaalit on ensisijaisesti tarkoitettu suojaamaan johtolähtöjä, mutta ne sisältävät kaikki yleisimmät suojaus- ja logiikkatoimilohkot. (Product Guide REF 615, 2013.)

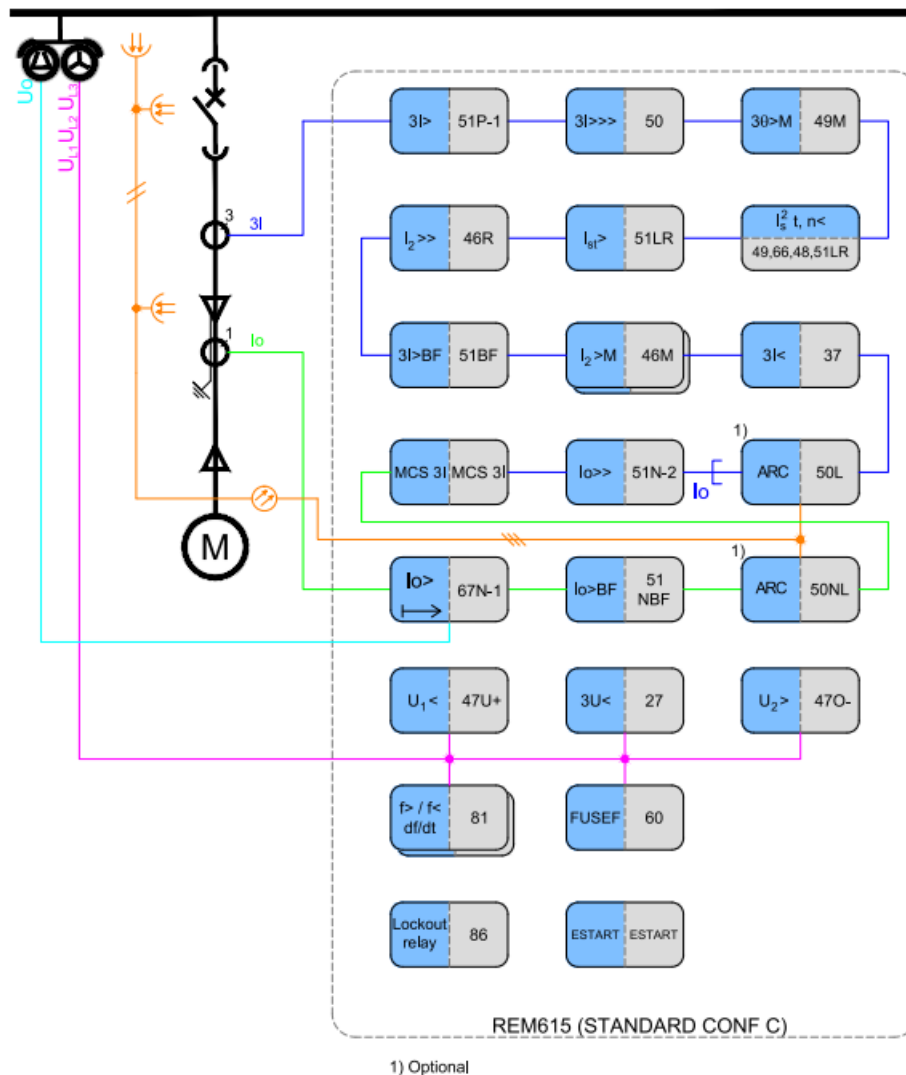
REF600-sarjassa kennotermiinaaleja on viittä erilaista mallia: REF610, REF611, REF615, REF620 ja REF630. Lisäksi ABB:llä on numeerinen rele REF601, jota ei luokitella kennotermiinaaliksi. Jokaisesta kennotermiinaalista on myös omia variaatioita. Variaatiot määrittävät I/O:iden, mittausmoduuleiden ja kommunikaatiomoduuleiden määrän. Esimerkiksi mallista REF615 on viisi erilaista variaatiota. Erilaisuudet johtavat siihen, että jollain variaatiolla on enemmän toiminnallisuuksia, ja tietysti myös hintaa, kuin toisella. (Johtolähdön suojaus ja ohjaus n.d.)

Kennotermiinaalimallit ovat suurimmaksi osaksi samanlaisia keskenään. Suurin ero on I/O:iden määrän kasvaminen, kun tuotenumero kasvaa (toisin sanoen mallissa REF611 on vähiten ja mallissa REF630 eniten I/O:ita). Malleissa on myös jonkin verran toiminnallisia eroja, esimerkiksi mallissa REF630 on maksimissaan vain yksi IEC 61850-väyläliityntä, kun muissa malleissa on mahdollista olla variaatiosta riippuen kaksi. Tämä tarkoittaa sitä, että REF630:n kanssa ei voi tehdä täysin redundanttista väylää. Tätä voi tuki paikata esimerkiksi ylimääräisellä kytkimellä, joka asennetaan kennotermiinaalin läheisyyteen, mutta ratkaisu on aina monimutkaisempi ja kalliimpi verrattuna redundanttiseen kennotermiinaaliin. Lisäksi ratkaisu ei edes ole täysin kahdennettu. Eroja löytyy myös toimilohkoista, ja nyrkkisääntönä voidaankin pitää, että mitä suurempi on tuotenumero, sitä enemmän on toiminnallisuutta (toimilohkoja). (Product Guide REF 611, 2012; Product Guide REF615, 2013; Product Guide REF620, 2013; Product Guide REF630, 2012.)

4.2 REM600-sarjan kennoterminaalit

REM600-sarjan kennoterminaalit ovat kokonaisvaltaisia moottorinsuojaukseen tarkoitettuja suojareleitä. Kennoterminaalit sisältävät kaikki moottorin normaaliin käynnistykseen ja normaalikäyttöön tarvittavat toimilohkot, mutta myös toimintoja erilaisille vikatilanteille. Kaikilla REM600-kennoterminaaleilla on muun muassa ylivirran valvonta, moottorin käynnistysajan valvonta, jumisuojaus, usean peräkkäisen käynnistyksen suojaus, suuntaamaton maasulkusuojaus, alivirtasuojaus ja vaihejärjestyksen valvonta. (Product Guide REM615, 2011.)

REM600-sarjassa kennoterminaaleja on viittä erilaista mallia: REM610, REM611, REM615, REM620 ja REM630. Kennoterminaalit ovat ulkoisesti lähes identtisiä REF600:n kanssa, ja erot ovatkin liitännöissä ja toimilohkoissa. REF600:ien tapaan, REM600-kennoterminaaleista on vielä omat variaationsa. Yleisesti ottaen variaatioita ei ole yhtä monta kuin REF600-sarjalla ja jollain malleilla onkin vain peruskokoonpano valittavana. (Product Guide REM611, 2012; Product Guide REM615, 2011; Product Guide REM620, 2012; Product Guide REM630, 2012.) Kuviossa 4 on esitetty esimerkiksi moottorisuojauksesta.

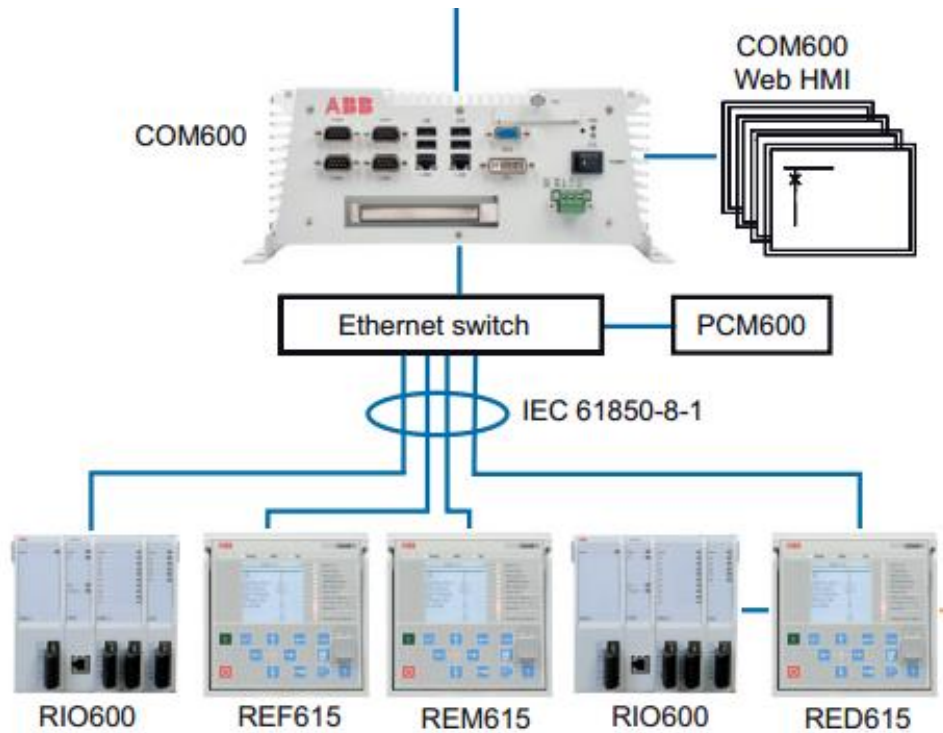


Kuvio 4. Esimerkki kennoterminalin REM615 suojauksesta (Product Guide REM 615, 2011)

4.3 RIO600-I/O-yksikkö

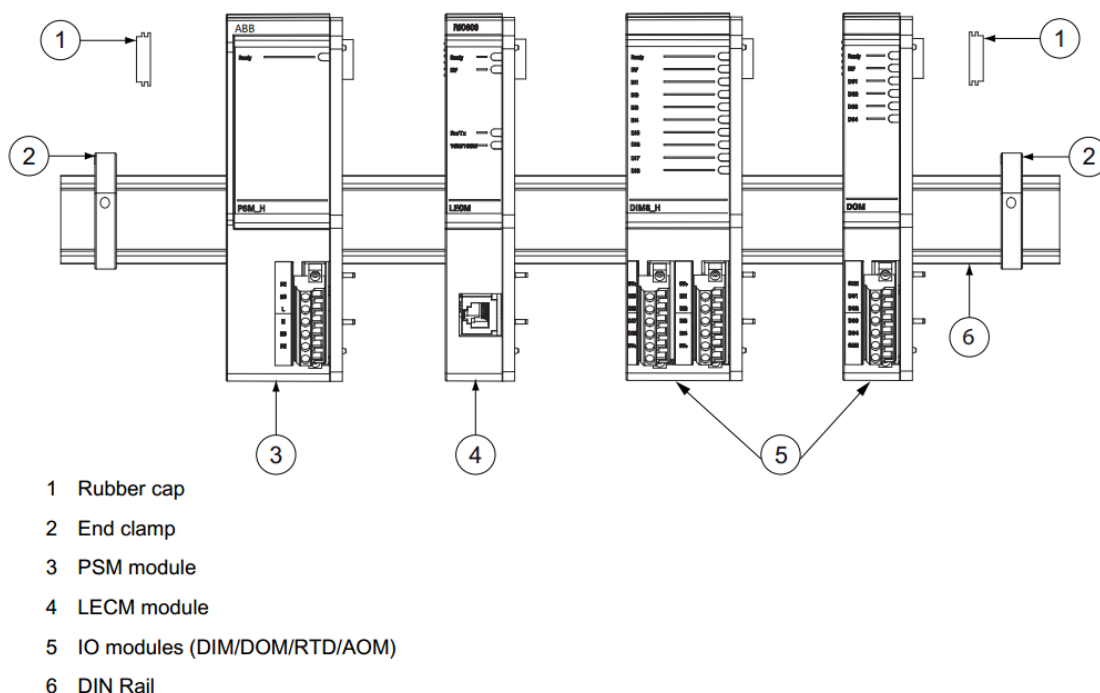
RIO600 on modulaarinen I/O-yksikkö, joka laajentaa ABB:n Relion kennoterminalien digitaalisia ja analogisia I/O-määriä. Laitetta halutaan käyttää silloin, kun I/O:t eivät riitä kennoterminalissa tai jos halutaan keskitetty tiedonkeräysyksikkö esimerkiksi lämpötilan mittauksia varten. RIO600 on itsenäinen laite, toisin sanoen sitä ei tarvitse kiinnittää fyysisesti kennoterminaliin kiinni, vaan se on erillään ja liittyy kennoterminaliin vain IEC 61850 -väylän kautta. Laitteen konfigurointi tapahtuu PCM600-

työkalulla. (Product Guide RIO600, 2013.) Kuviossa 5 on kaksi RIO600-yksikköä väylässä, joista toinen on liitetty kytkimeen ja toinen RED615-kennoterminaaliin.



Kuvio 5. RIO600 IEC 61850 -väylässä (Product Guide RIO600, 2013)

Modulaarisuuden ansiosta RIO600:sta voidaan kasata juuri sellainen kuin tarvitaan. Jokaisen RIO600:n pakolliset osat ovat virtalähdemoduuli, kommunikaatiomoduli ja ainakin yksi I/O-moduuli. I/O-moduuleista löytyy sekä digitaalisia tulo- ja lähtömoduuleita että analogisia tulo- ja lähtömoduuleita. Virtalähdemoduuleita voi maksimissaan olla kaksi, mutta I/O- ja kommunikaatiomodulien määrällä ei ole periaatteessa rajoitusta. Huomioitavaa on, ettei moduulien tehonkulutus saa kuitenkaan ylittää virtalähteiden antotehoa. Referenssinä todettakoon, että kahdella virtalähteellä saa yhden kommunikaatiomodulin, kolme digitaalista sisääntulomodulia ja neljä digitaalista ulostulomodulia. (Product Guide RIO600, 2013.) Kuvio 6 esittää RIO600:n moduulit.



Kuvio 6. RIO600:n moduuleita (Product Guide RIO600, 2013)

4.4 COM600-ala-asema

COM600 on ABB:n valmistama ala-asema, jonka tarkoitus on toimia väliliikenteen yhdyskäytävänä, automaatioalustana ja paikallisena valvonta-asemana sähköasemilla. Yhdyskäytävän tehtävä on toimia liitoksena älykkäiden sähköisten laitteiden (IED) ja sähköverkon hallintajärjestelmien välillä (NCC). OPC-palvelimen ansiosta laitteeseen voidaan liittää myös hajautettuja hallintajärjestelmiä (DCS). WEB-palvelimen avulla järjestelmän ohjaus ja valvonta voidaan suorittaa joko etänä tai paikallisesti ala-asemaan kiinnitettävän näytön, hiiren ja näppäimistön avulla. (Product guide COM600, 2012.)

Yksinkertaistettuna laite on kuitenkin vain tietokone. ABB:n Jyväskylän ammattikorkeakoululle lainaamassa ala-asemassa on tuttu Windows XP-käyttöjärjestelmä. Uudemmissa malleissa on asennettuna Windows 7. Tähän ”tietokoneeseen” on esiasennettu tarpeelliset sovellukset ja tarpeettomat on poistettu. Ala-asemassa on myös selvästi normaalista tietokoneesta poikkeavat liitännät, eikä sitä ulkoisesti tietokoneeksi muutenkaan tunnista, ellei paremmin tiedä (ks. kuvio 7).



Kuvio 7. Com600-ala-asema (Product guide COM600, 2012)

4.5 PCM600-ohjelma

PCM600 on tietokoneelle asennettava työkalu ABB:n Relion-tuoteperheen kennotermiinaaleille. Ohjelma on ilmainen ja ladattavissa ABB:n nettisivuilta. PCM600 pysyy yhdistymään kennotermiinaaliin LAN- tai jopa WAN-verkon kautta. Myös yhdistäminen suoraan kennotermiinaalin etuporttiin on mahdollista. Konfiguroinnin lisäksi ohjelmalla voidaan lukea olemassa olevat asettelut tai muokata niitä. Asettelut ovat IEC 61850 -standardin mukaan asetteluryhmissä. (Product Guide PCM600, 2013.)

Kennotermiinaalit tuottavat C37.111-2013 -standardin mukaisia COMTRADE-tiedostoja häiriötallenteista. PCM600 voidaan ajastaa noutamaan häiriötallenteet kennotermiinaaleista. Saatuaan häiriötiedoston ohjelma osaa luoda häiriöraportin ja lähettää sen sähköpostilla häiriöraportin tilaajille. Häiriötallenteita voidaan tarkastella ja analysoida myös WaweWin-ohjelmalla, joka tulee PCM600:n kanssa samassa asennuksessa. (Product Guide PCM600, 2013.)

Ohjelmassa voidaan luoda ja hallita sekä ohjelman omia että kennotermiinaalissa olevia käyttäjätilejä. Käyttäjät voidaan sijoittaa Windows-käyttäjätileihin tai ne voivat olla vain ohjelmakohtaisia. (Product Guide PCM600, 2013.)

5 Muita kennotermiinaaleja

ABB:n kennotermiinaalien lisäksi tarkastellaan Vampin ja Siemensin kennotermiinaaleja, koska nämä ovat ohjaajieni mukaan Suomessa suosituimmat valmistajat ABB:n kennotermiinaalien lisäksi. Lisäksi toimeksiantajan projekteissa on käytetty Siemensin kennotermiinaaleja.

ABB:n PCM600:n vertailua Vampin VAMPSET-ohjelmaan ja Siemensin DIGSI 5-ohjelmaan on hyvin vaikea tehdä, sillä itselläni on käyttökokemusta vain PCM600:sta eikä muiden valmistajien ohjelmista voida kokemusta hankkia opinnäytetyön puitteissa. Ohjelmien manuaalit eivät yleensä kerro koko totuutta asioista, esimerkiksi jossain ohjelmassa voi olla huomattavasti enemmän ”bugeja” kuin toisessa ja jokin itsestään selvä ominaisuus voi puuttua kolmannesta. Näistä syistä ohjelmien ominaisuuksia on vertailu pinnallisesti ja lukiessa kannattaa tietty kriittisyys säilyttää. Todettakoon, että kennotermiinaalit ovat kuitenkin suojaustoiminnoiltaan kaikki hyvin samanlaisia, mikä tarkoittaa myös sitä, että kaikkiin kennotermiinaaleihin voidaan ohjelmoida hyvin samanlaiset suojaustoiminnot. Se, miten ohjelmointi tapahtuu missäkin ohjelmassa, vaihtelee paljon suuremmin kuin se, mitä ohjelmoidaan.

5.1 Vamp

Vamp on Suomalaissyntyinen yritys, joka tunnettiin aiemmin nimellä Vaasa Electronics Oy. Nykyään yhtiö on osa Schneider Electriciä, jossa Vamp on säilytetty omana tytäryhtiönään. (Vamp 2012.)

5.1.1 Kennotermiinaalit

Vampilta löytyy kennotermiinaaleja ja suojauslaitteita kaikkiin jännitetasoihin ja sovelluksiin samalla tavoin kuin ABB:n Relion-kennotermiinaaleilla. Vamp-kennotermiinaalien valttikorttina on valinnainen ja integroitu valokaarisuojaus, joka on mahdollista saada kaikkiin Vampin kennotermiinaaleihin. Integroitu valokaarisuojaus sisältää 2 valokaarianturiliityntää. Mikäli nämä eivät riitä, Vampilta löytyy myös erillisiä valokaariyksiköitä.

köitä. Vampin kennoterminalitarjonta on jonkin verran suppeampi, kuin ABB:llä tai Siemensillä. Vampilla on seitsemän kennoterminalia, jotka ovat VAMP 230, 245, 255, 257, 259, 265 ja 265M. (Käyttö- ja konfigurointiohje VAMP 255 / 245 / 230, 2011; Operation and configuration instructions VAMP 257, 2012; Operation and configuration instructions VAMP 259, 265, 265M, 2011.) Kuviossa 8 on VAMP 257-kennoterminali.



Kuvio 8. VAMP 257 -kennoterminali (Operation and configuration instructions VAMP 257, 2012)

Lisäksi Vampin nettisivuilla on uutinen (20.12.2013), että he ovat julkaisemassa 300 F ja 300 M-kennoterminalit johtolähdöille ja moottoreille. Näitä kennoterminaaleja ei kuitenkaan vielä tuoteosiosta löydy ja ne jäävät siksi tässä opinnäytetyössä vähemmälle huomiolle. Esitteen mukaan uudet kennoterminalit ovat modulaarisia, tarjoten laajemman skaalan I/O:ita, kommunikaatioportteja ja valokaarianturiliityntöjä. Myös näytön ledejä on enemmän ja ledien vieressä on hälytystekstikentät. Schneider Electricin vaikutus näkyy uudessa ulkoasussa voimakkaasti, kun verrataan sitä vanhempien mallien ulkoasuun (ks. kuvio 9). (Vamp 300 F johtolähtö- ja Vamp 300 M moottorisuojareleet 2013, VAMP 300 Protection IED 2013.)



Kuvio 9. Vamp 300 -kennotermiinali (VAMP 300 Protection IED 2013)

Kennotermiinalit VAMP 230, 245, 255 ja 257 ovat hyvin samanlaisia keskenään ja ovatkin kaikki tarkoitettu johtolähtöjen suojaukseen ja moottorisuojaukseen. Vampilla on siis päädytty ratkaisuun, jossa moottorisuojauksella ei ole omaa kennotermiinalia, kuten ABB:llä ja Siemensillä. Tosin uusissa Vamp 300-kennotermiinaaleissa jako moottorisuojaukseen ja johtolähtöjen suojaukseen on tehty. (Käyttö- ja konfigurointiohje VAMP 255 / 245 / 230, 2011; Operation and configuration instructions VAMP 257, 2012.)

VAMP 230, 245 ja 255 -kennotermiinaaleihin on saatavilla standardikonfiguraation lisäksi valinnaiset kaksi lisä-sisääntuloa yhdellä valokaarianturiliitynnällä tai kaksi valokaarianturiliityntää. Kennotermiinalimallien välillä on onneksi enemmän eroa I/O:iden suhteen, siten että VAMP 230:ssä on kahdeksan digitaalista tuloa ja seitsemän lähtöä ja VAMP 255:ssä on 20 tuloa ja yhdeksän lähtöä. Kennotermiinalit eivät tue IEC 61850 väylää ilman erillistä väylämoduulia ja yhdessä vähäisen I/O-määrän, pienemmän näytön ja vähäisen hälytysledien määrän vuoksi nämä kennotermiinalit jäävät teknisesti jälkeen kilpailijoista. VAMP 257:ssä on kuitenkin IEC 61850 -tuki ja se sisältää 28 digitaalista tuloa ja 13 lähtöä. Kennotermiinalissa on myös enemmän suojausportaita suhteessa VAMP 230, 245 ja 255 malleihin. (Käyttö- ja konfigurointiohje

VAMP 255 / 245 / 230, 2011; Operation and configuration instructions VAMP 257, 2012.)

Erillinen I/O-yksikkö VIO 12 on saatavilla kaikkia kennotermiinaaleja varten ja siinä on mahdollista saada digitaalisia ja analogisia sisään- ja ulostuloja sekä RTD-sisääntuloja lämpötilamittauksia varten. Kennotermiinaaleille saa tarvittaessa myös ulkoisen LED-moduulin VAM 16D. Lisälaitteessa on nimensä mukaisesti 16 ohjelmoitavaa LED:iä hälytysmerkkiteksteineen. (VIO12A/B RTD input modules, VIO 12C/D RTD and mA output/input modules n.d; VAM16D external LED module for VAMP 230/245/255, n.d.)

5.1.2 VAMPSET-ohjelma

VAMPSET on tietokoneelle asennettava ohjelma, jolla voidaan konfiguroida kaikkia VAMP-kennotermiinaaleja. Ohjelma on ilmainen ja ladattavissa Vampin nettisivuilta. Konfiguroinnin lisäksi ohjelmalla voidaan muuttaa kennotermiinaalin asetteluja ja noutaa häiriötallenteita etänä. (VAMPSET asettelu- ja konfigurointiohjelmisto 2013.)

Ohjelma käyttää ABB:n ja Siemensin tavoin standardoituja tiedostoja häiriötallenteissa (COMTRADE-tiedostot), kennotermiinaalissa (ICD-tiedosto) ja ala-aseman konfiguraatiossa (SCD-tiedosto). Tämä takaa sen, että Vampin kennotermiinaaleja voidaan käyttää muiden valmistajien kennotermiinaalien kanssa samassa järjestelmässä vaivattomasti. Esimerkiksi GOOSE-liikenne on mahdollista ABB:n ja Siemensin kennotermiinaalien kanssa. (VAMPSET asettelu- ja konfigurointiohjelmisto 2013.)

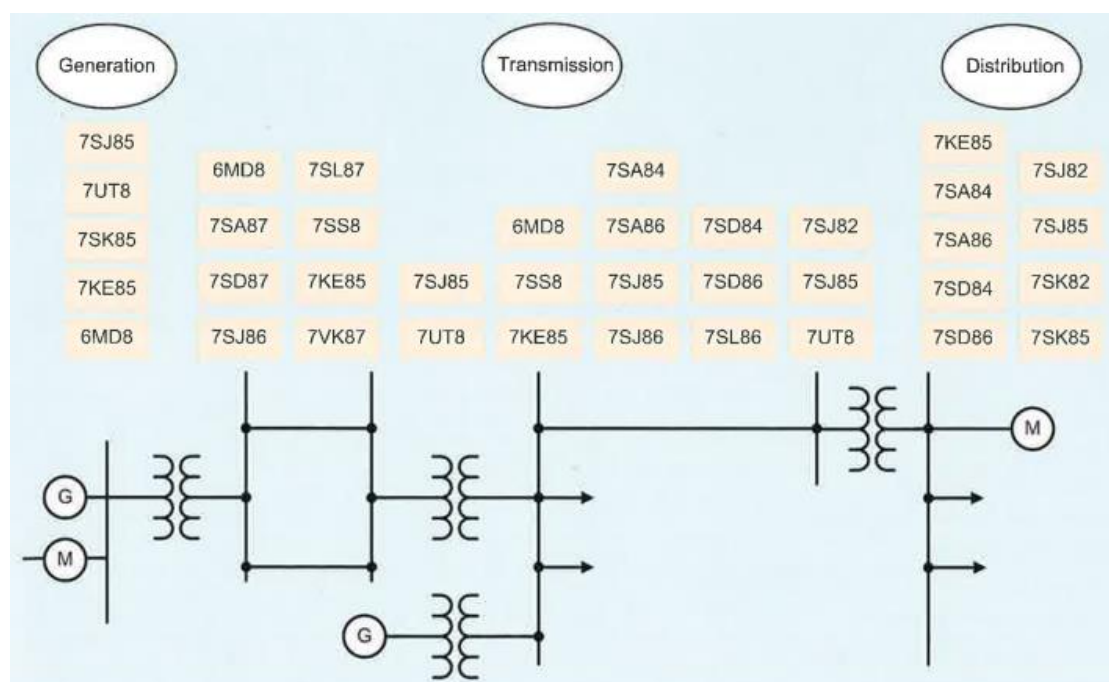
Ohjelma on hyvin samankaltainen ominaisuuksiltaan kuin ABB:n PCM600 ja Siemensin DIGSI 5. Ohjelma osaa hakea Vampin omista kennotermiinaaleista tarvittaessa kaiken tiedon, jopa sarjanumeron. Tällöin sarjanumeroita ei tarvitse säilyttää eikä etsiä konfigurointia varten, jos tarvitsee esimerkiksi tehdä pieni muutos olemassa olevaan konfiguraatioon. Muita ohjelman erinomaisia puolia on vikatilanteiden simulointimahdollisuus. Häiriötallenteiden aikaleimattujen tapahtumien pohjalta ohjelmalla voidaan simuloida vikatilanteet jälkikäteen reaaliaikaisesti. Vian syy on tällöin helpompi ymmärtää ja selvittää kuin silloin, jos käsissä olisi vain häiriötallentimen

dataa. Nämä ominaisuudet löytyvät myös ABB:ltä ja Siemensiltä. (VAMPSET asettelu- ja konfigurointiohjelmisto 2013.)

5.2 Siemens

5.2.1 Kennoterminaalit

Siemensin uusin kennotermiinalisarja on nimeltään SIPROTEC 5. Sarjasta löytyy kennotermiinalit kaikkiin jännitetasoihin ja sovelluksiin aivan kuten ABB:n Relion-kennotermiinaaleilla (SIPROTEC 5 – Devices: Protection, Automation and Monitoring 2013). Kuviossa 10 nähdään SIPROTEC 5:n eri mallit sovelluskohteittain.



Kuvio 10. Siemensin SIPROTEC 5 -kennotermiinalit (SIPROTEC 5 – Devices: Protection, Automation and Monitoring 2013)

ABB:n REF600-sarjaa vastaa Siemensiltä 7SJ80 ja REM600-sarjaa vastaa 7SK80. Väyläliityntöjä on molemmissa Siemensin sarjoissa useita erilaisia, tärkeimpänä löytyy tuki IEC 61850:lle. SIPROTEC 5 -kennotermiinalit ovat hyvin samankaltaisia teknisesti ABB:n Relion-kennotermiinalien kanssa. Suurin hyöty, verrattuna ABB:n kennoter-

minaaleihin, on mielestäni modulaarisuus, joka on viety äärimmilleen. SIPROTEC 5-kennotermiinaalit koostuvat perusyksiköstä, lisämoduuleista ja ”plug in” -moduuleista. Riviliittimille on saatavilla termiinaaliblokkeja, jotka voidaan johdottaa etukäteen ja myöhemmin liittää kennotermiinaaliin. Tällöin säästyy aikaa kun johtoja ei tarvitse irrottaa, jos kennotermiinaali on vaihdettava. (SIPROTEC 5 – Devices: Protection, Automation and Monitoring 2013.)

Perusyksikkö on jokaisessa SIPROTEC 5-kennotermiinaaliversiossa hyvin samanlainen. Ulkoisesti ne ovat samankokoisia ja ne näyttävätkin melkein samalta. Perusyksikön voi yleensä valita joko isolla tai pienellä näytöllä, tai jopa ilman näyttöä. Perusyksikkö on itse täysin toimiva kokonaisuus ja sitä voidaan muokata ”plug in”-moduuleilla. (SIPROTEC 5 – Devices: Protection, Automation and Monitoring 2013.) Kuviossa 11 on esitetty SIPROTEC 5 perusyksiköt.



Kuvio 11. SIPROTEC 5 -kennotermiinaalin perusyksikkö (SIPROTEC 5 – Devices: Protection, Automation and Monitoring 2013)

Lisämoduulit on tehty samaan tarpeeseen kuin ABB:n RIO600-yksikkö eli lisä-I/O:ita varten. Jokaisen I/O-moduulin saa kolmella eri perusvariaatiolla: ledien ja avaimien kanssa, vain ledien kanssa sekä ilman ledejä ja avaimia. Ledit voidaan ohjelmoida, kuten myös perusyksikön ledit. Kaksi avainta ohjaa etä- tai paikalliskäyttöä ja liittymistä tai erottamista. Toisin kuin RIO600-yksikkö, SIPROTEC 5 lisämoduulit laitetaan suoraan kiinni perusyksikköön. Lisämoduulien etu RIO600:een on mittausmoduulit,

mitä RIO600:ssa siis ei ole. Yhdessä lisämoduulissa voi olla maksimissaan 8 jännite- tai virtamittausta, pienen I/O-määrän lisäksi. Tällöin yhdellä kennoterminalilla voidaan suojata useita johtolähtöjä tai muita vaativia kohteita. Lisämoduuleja on reilusti toistakymmentä erilaista. (SIPROTEC 5 – Devices: Protection, Automation and Monitoring 2013.) Kuviossa 12 on perusyksikkö ja neljä lisämoduulia.

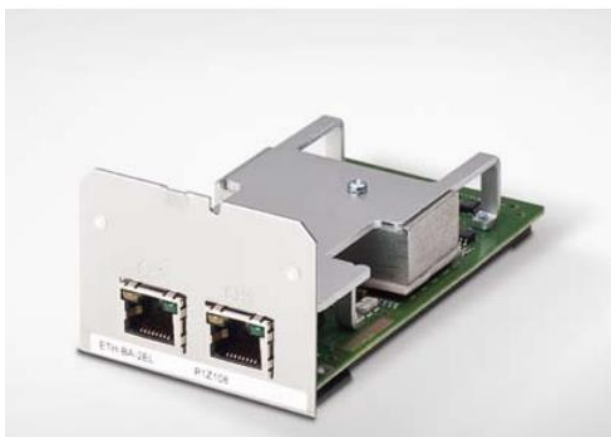


Kuvio 12. Perusyksikkö ja neljä lisämoduulia (SIPROTEC 5 – Devices: Protection, Automation and Monitoring 2013)

Lisämoduulit eivät tarvitse erillistä virtalähdettä, paitsi jos lisämoduuleita on enemmän kuin neljä kappaletta. Tällöin saatavilla on virtalähdemoduuli. Erilaisten I/O-moduulien lisäksi on olemassa kommunikaatiomoduli, johon voidaan liittää kolme ”plug in”-moduulia. Kommunikaatiomodulissa on aina integroitu virtalähde, mikä takaa sen, että vaikka kennoterminali itse menisi jostain syystä virrattomaksi tai vialliseksi, säilyy kommunikaatiomodulissa virta. Tämä takaa sen, että redundanttisuusrengas ei mene rikki ellei moduuli itse rikkoonnu tai ellei sitä poisteta. (SIPROTEC 5 – Devices: Protection, Automation and Monitoring 2013.)

”Plug in”-moduulit ovat pieniä ja helposti vaihdettavia moduuleita. ”Plug in”-moduulipaikkoja on perusyksikössä kaksi ja kommunikaatiomodulissa kolme. ”Plug in”-moduulit ovat kommunikaatioportteja ja analogiamittauksia varten. Tämä on jälleen yksi vahvuus verrattuna ABB:n tuotteisiin. ”Plug in”-moduulit mahdollistavat

sen, että jokaisella SIPROTEC 5 kennoterminalilla voidaan toteuttaa redundanttinen järjestelmä. "Plug in"-moduuleita löytyy luonnollisesti useita erilaisia eri väyläratkaisuja varten. Myös 8-napainen analogiamittausmoduuli on mahdollinen. Siemens on julkaisemassa tänä vuonna Profibus-moduulin, jota ei saa ABB:n kennoterminaliin tai RIO600:een ilman erillistä väylämuunninta. (SIPROTEC 5 – Devices: Protection, Automation and Monitoring 2013.) Kuviossa 13 on eräs kommunikaatio "plug in" -moduuli.



Kuvio 13. "Plug in" -moduuli (SIPROTEC 5 – Devices: Protection, Automation and Monitoring 2013)

SIPROTEC 5:stä löytyy myös niin sanottuja perusmalleja, joihin ei voi lisätä lisämoduuleita. "Plug in"-moduuleita voidaan kuitenkin käyttää perusyksikössä. Perusmallien lisäksi löytyy standardoituja malleja, jotka koostuvat suosituista kokoonpanoista. Standardoituja malleja voi mielensä mukaan muokata esimerkiksi lisäämällä tai vaihtamalla I/O-moduuleita. Kennoterminalin voi luonnollisesti tilata myös räätälöitynä, jolloin kaikki osat voidaan valita erikseen. (SIPROTEC 5 – Devices: Protection, Automation and Monitoring 2013.)

5.2.2 DIGSI 5 -ohjelma

DIGSI 5 on tietokoneelle asennettava ohjelma, jolla voidaan suorittaa kaikki toimenpiteet liittyen SIPROTEC 5 -kennoterminaaleihin. Toisin sanoen sillä voidaan konfiguroida rele, sekä hoitaa käytönaikaisia tehtäviä, kuten häiriötallenteiden noutamista

releeltä. Ohjelma on siis hyvin samankaltainen PCM600:n ja VAMPSETin kanssa. (SIP-ROTEC 5 Engineering Guide DIGSI 5, 2013.)

DIGSI 5:sta on tarjolla kolme versiota: Compact, Standard ja Premium. Premium-versio tarjoaa luonnollisesti enemmän ominaisuuksia, kuin Compact ja Standard maksaen kuitenkin enemmän. Compact-versio soveltuu useimpiin toteutuksiin tarjoten perusominaisuudet konfigurointiin. Standard-versiossa on muun muassa IEC 61850 -tuki ja mahdollisuus simuloida järjestelmää etukäteen. Premium-versiossa on kennoterminalin testausohjelma, jolloin käyttöönotto voidaan suorittaa vaivattomammin. Premium tuo myös paremman tuen vikojen analysoimiselle. (SIPROTEC 5 Engineering Guide DIGSI 5, 2013.)

SIPROTEC 5 -kennoterminalit sisältävät kaikki käyttötarkoitustaan vastaavat toimilohkot. Moottorinsuojaukseen tarkoitettu kennoterminali sisältää siis kaikki moottorinsuojaukseen liittyvät perustoimilohkot ja niin edelleen. Kennoterminaleihin on kuitenkin mahdollista saada lisätoimintoja eli lisää erilaisia toimilohkoja funktiopisteillä. Nämä maksulliset funktiopisteet toimivat siis ”maksuvälineenä” ylimääräisille toimilohkoille. (SIPROTEC 5 Engineering Guide DIGSI 5, 2013.)

Mielestäni funktiopisteillä on hyvät ja huonot puolensa: Monimutkaiset ja laajat konfiguraatiot voidaan toteuttaa yhdellä kennoterminalilla ja pisteet tuovat selvää joustavuutta suunnitteluun. Toisaalta taas nämä maksulliset funktiopisteet vaikuttavat vain rahastuskeinolta, sillä pisteillä saatavat ylimääräiset toimilohkot eivät vaadi fyysisistä muutosta kennoterminaliin, eli toimilohkokirjastot ovat siis oletuksena keino-tekoisesti rajattuja. Lisäksi funktiopisteet tuovat mielestäni turhaa monimutkaisuutta kennoterminalin hankintaprosessiin. Funktiopisteiden hankinta ja tarpeellisuus kannattaa miettiä jo kennoterminalin valintavaiheessa, mutta ne voi ostaa myös jälkikäteen.

6 Konfigurointityö

6.1 Lähtökohdat

Jotta voi todella sanoa ymmärtävänsä kennoterminaaleja, asiat oli opittava itse tekemällä. Kennoterminaaleja oli siis opinnäytetyössäkin päästävä fyysisesti käsittelemään, virheitä oli itse ratkottava, laitteita oli itse johdotettava toisiinsa ja omia konfiguraatioita oli tehtävä ja ladattava laitteisiin.

Jyväskylän ammattikorkeakoulu on saanut ABB:ltä lahjoituksena REF615-, REF545- ja REM545-kennoterminaalit. koululla on myös MicroScada-tietokone ohjelmoitu ja kytketty REF615-kennoterminaaliiin. Väylä MicroScadan ja REF615:n välillä on IEC 61850 -standardin mukainen.

Ensimmäisissä opinnäytetyöpalavereissa suunnittelimme työni ohjaajien kanssa, että opinnäytetyön käytännön osio keskittyisi olemassa olevan väylän tutkimiseen ja laajentamiseen toisen kennoterminaalien avulla. MicroScadalla oli tarkoitus ohjata ja valvoa molempia releitä. Helmikuun 5. 2014 olleilla Sähkö-, Tele-, Valo- ja AV-messuilla tapasin ABB:n myyntipäällikön Timo Vedenjuoksun ja kysyin hänen ajatuksiaan aiheesta. Vedenjuoksun mielipide oli, että työhön kannattaa ehdottomasti liittää ala-asema ja tarvittaessa jättää jotain muuta pois. Ala-asemia käytetään lähes poikkeuksetta jokaisessa ”oikeassa” toteutuksessa ja niiden toiminnan ymmärtäminen opettaisi, minkälaisia järjestelmät todellisuudessa ovat. Vedenjuoksu antoi ABB:ltä lainaan yhden COM600-ala-aseman ja lisäksi REF545:sta varten SPA-ZC 400 -väylämoduulin.

Näin syntyi toinen suunnitelma käytännön osion toteuttamisesta. Työn määrä kasvoi jonkin verran alkuperäisestä suunnitelmasta, mutta uskoin suunnitelman silti olevan parempi kuin ensimmäinen.

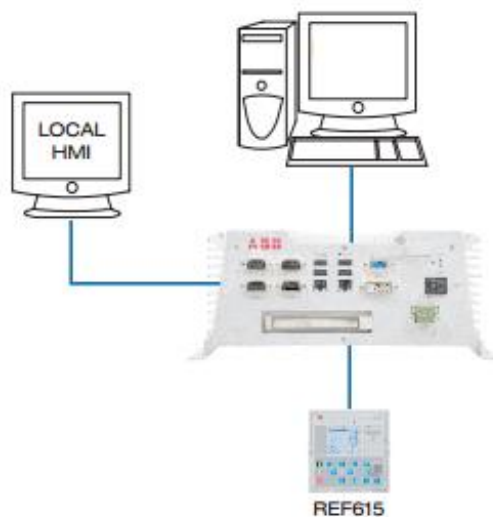
Tutustuttuani COM600:een tajusin, että sitä voidaan käyttää myös paikallisena valvomona eli mittaukset ja katkaisijan tilatiedot voidaan lukea siihen kiinnitettävästä näytöstä. Ala-asemaan oli myös mahdollista kiinnittää tavallinen tietokone, jota voidaan siten myös käyttää paikallisena valvomona. MicroScada jäi näin tarpeettomaksi.

Toisen kennotermiinalin lisääminen järjestelmään päätettiin myös jättää lisätyöksi, jos muu työ sujuu hyvin.

6.2 Konfigurointi

6.2.1 Järjestelmä

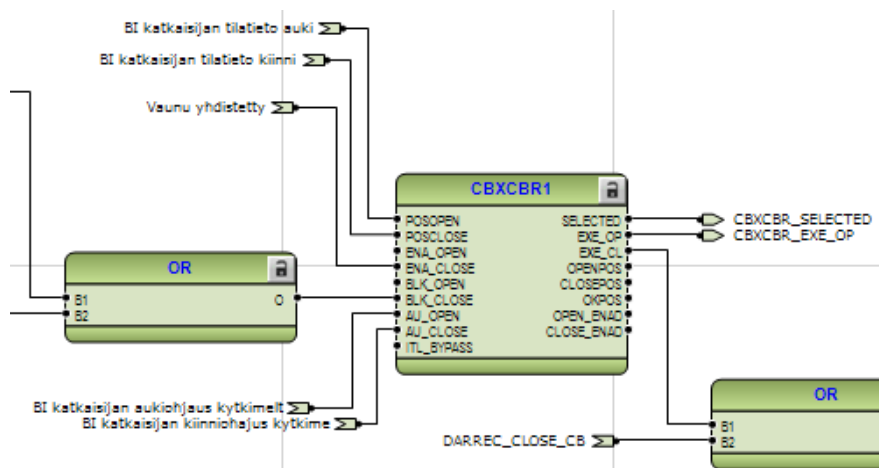
Tavoitteena oli siis tehdä kuvion 14 mukainen järjestelmä. Kennotermiinalin ja väyläliikenteen konfigurointiin käytetään ABB:n PCM600-ohjelmaa ja ala-aseman konfigurointiin SAB600-ohjelmaa. SAB600 tarvitsee lisenssin toimiakseen, kun taas PCM600 on ilmainen. Tähän työhön käytimme ABB:n antamaa koulutuslisenssiä SAB600-ohjelmalle.



Kuvio 14. Periaatekaavio tehdystä järjestelmästä

Kennotermiinalilla on tarkoitus ohjata katkaisijaa ja sitä varten suunnittelin yksinkertaisen ohjauksen kytkimellä (ks. Liite 1). Mukana on myös katkaisijan vaunun tilatietoja varten toinen kytkin, joka tilastaan riippuen sallii tai estää katkaisijan kiinni laittamisen. Mikäli kennotermiinalin ohjelmakonfiguraatiossa olevat katkaisijaohjauksen (CBXCBR1, ks. kuvio 15) ehdot täyttyvät, kennotermiinalin ulostulosta saadaan

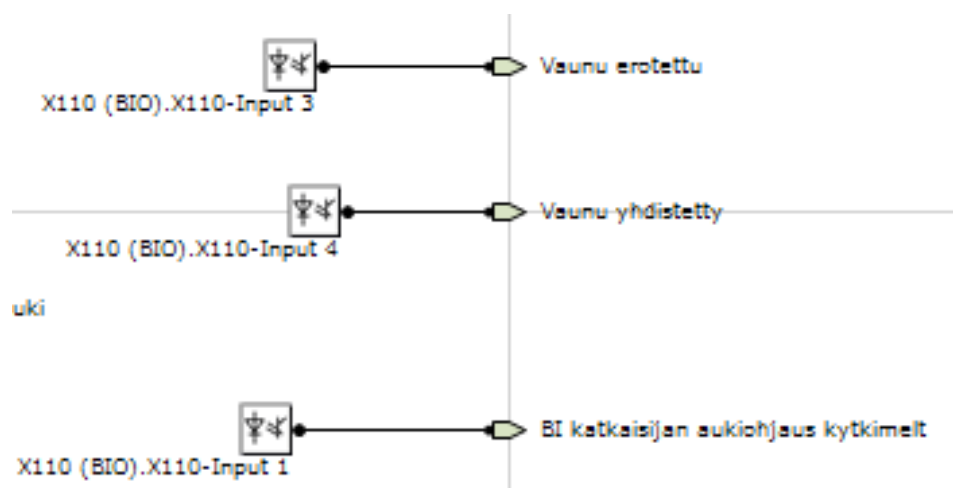
katkaisijan auki- ja kiinniohjauskäskyt, jotka viedään Schneider Electricin valmistamalle katkaisijalle.



Kuvio 15. Katkaisijan ohjauslohko ohjelmakonfiguraatiossa

6.2.2 Konfigurointi PCM600:lla

PCM600:lla luodaan kennotermiinalin konfigurointi ja IEC 61850 -väylän konfigurointi. Tein kennotermiinalista, väylästä ja ala-asemasta tiivistetyn konfigurointiohjeen, joka löytyy liitteestä 3. ABB:llä on jokaisesta kennotermiinalista olemassa ”Connectivity Package”, joka laitteen sarjanumeron kanssa sisältää kaiken tarvittavan datan liittyen kennotermiinalin konfigurointiin, ja usein se sisältää myös esimerkkiohjelmakonfiguraation. Esimerkkiohjelmakonfiguraatio sopii useimpiin käyttötarkoituksiin vaatien ehkä vain pieniä muokkauksia. REF615:n esimerkkiohjelma oli 18 sivua pitkä ja muokkasin sitä hieman sopimaan työhöni paremmin. Muokkaukset koskivat lähinnä I/O:ta, katkaisijaohjauksen ehtoja ja suojaustoimintoja. Kuviossa 16 on esitetty osa ohjelmakonfiguraatiossa muokatuista I/O:sta.



Kuvio 16. I/O:t ohjelmakonfiguraatiossa

6.2.3 Konfigurointi SAB600:lla

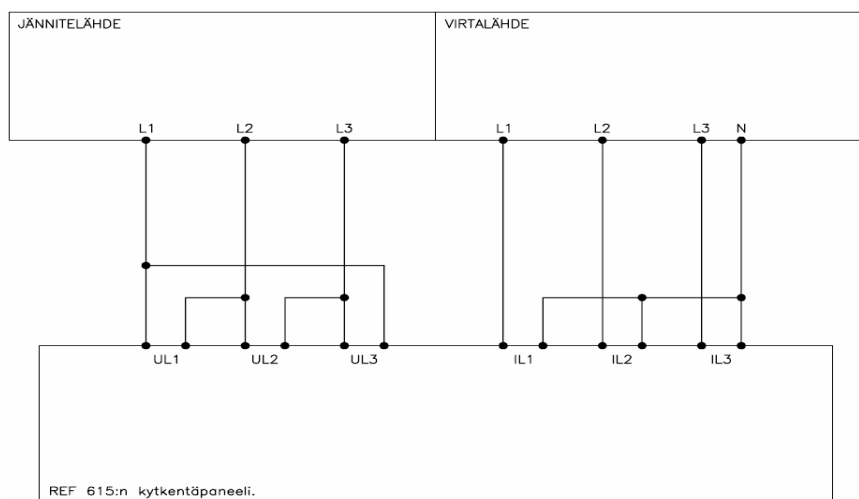
ABB:n Ala-aseman konfigurointi suoritetaan SAB600-ohjelmalla. Konfigurointi on kohtalaisen helppo toteuttaa, ainakin opinnäytetyön mittakaavassa, seuraamalla manuaalin ohjeita. Tekemäni konfiguroinnin pikaohje sisältää myös konfiguroinnin SAB600:lla.

Vaikka SAB600:lla konfigurointi on kohtalaisen helppo ja nopea tehdä, minulla oli huomattavia ongelmia sen kanssa. Mielenpiteeni on, että ohjelmaa vaivaa sama asia kuin monia muita insinöörien työkaluja: se ei ole käyttäjäystävällinen. Virheiden ratkominen tuottaa huomattavasti enemmän päävaivaa, jos ohjelma ei kerro, mikä konfiguraatiossa on vikana. Onneksi sain ABB:ltä kiinni tukihenkilön, joka opasti minua etsimään virheitä. Järjestelmä oli näin valmis testattavaksi.

7 Testaus

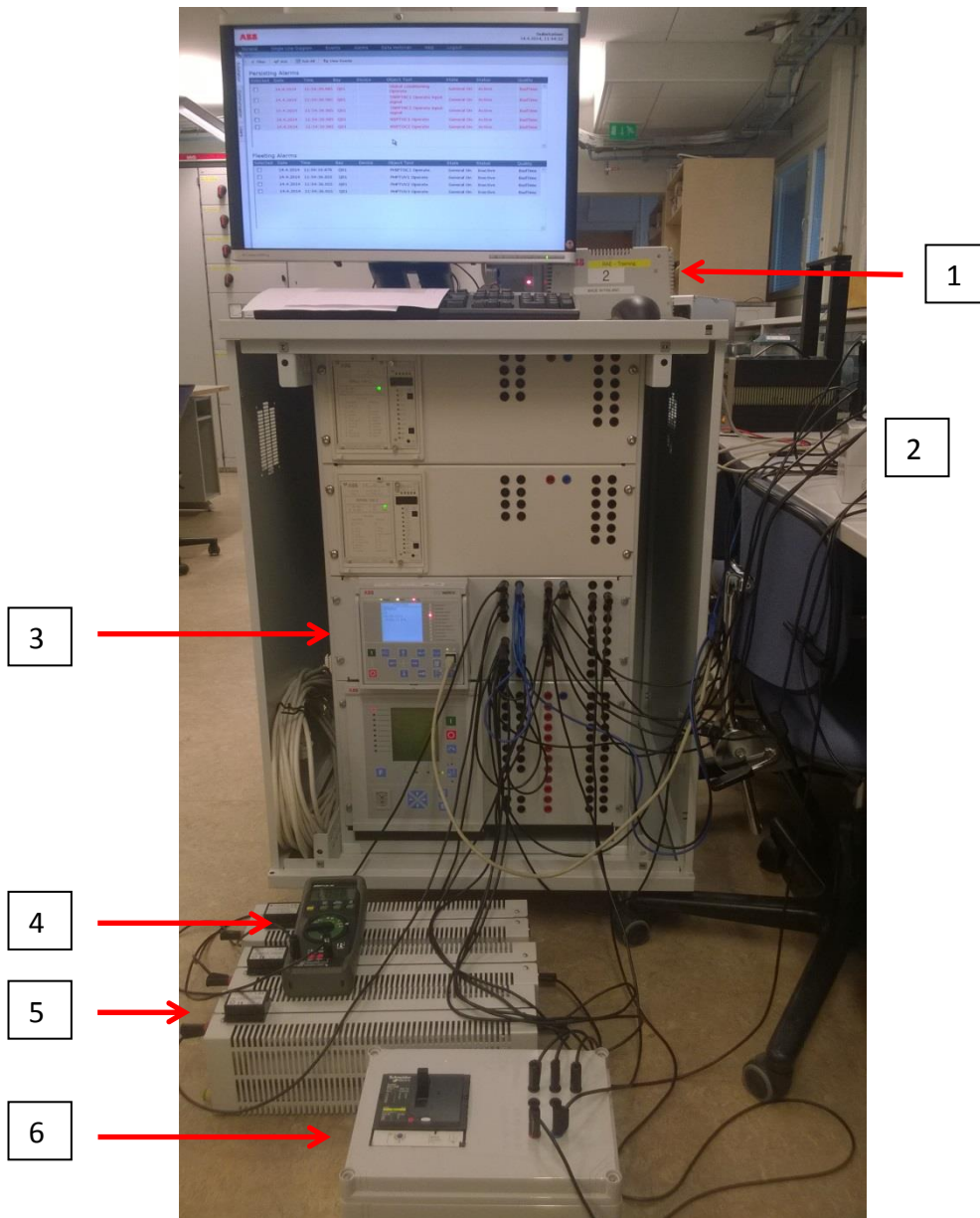
Tekemäni järjestelmän testaus suoritettiin opinnäytetyön ohjaajien kanssa

14.4.2014. Testausta varten tein testaussuunnitelman (ks. Liite 2), johon oli kirjattu testattavat asiat, toimenpiteet asian testaamiseksi ja haluttu lopputulos. Tiivistettynä tarkoituksenamme oli testata mittauksien, tilatietojen, ohjauksien ja suojauksien toiminta. Kaikki toiminnot oli kyettävä lukemaan sekä kennoterminalista että alaseaman HMI:stä. Johdotukset teimme suunnittelemani piirikaavioiden mukaisesti (ks. Liite 1). Kuviossa 17 on esitetty mittauspiirin kytkentä, jota testasimme ensimmäisenä.



Kuvio 17. Mittauspiirin kytkentä rev. 1

Tekemästäni piirikaaviosta poiketen käytimme virranmittaukseen virtalähteen sijasta samaa jännitelähdettä kuin jännitemittauksessa, mutta virta tuotiin kolmen säädettävän $100\ \Omega$:n vastuksen kautta kennoterminaliin. Kuviossa 18 näkyy koko järjestelmä johdotettuna.



Kuvio 18. Opinnäytetyössä käytetyt laitteet ja niiden johdotukset. 1: COM600 alaseama ja HMI, 2: katkaisijan ja vaunun ohjauskytkimet, 3: REF615 kennoterminali, 4: yleismittari, 5: säätövastukset, 6: katkaisija.

Yritimme siis yksinkertaisuuden vuoksi kytkeä virranmittausta vastusten kautta suoraan jännitelähteeseen, vaikkakin ”oikeissa” toteutuksissa virranmittaus tulee aina virtamuuntajilta. Virta-arvot näkyivät oikein kennoterminalissa, mutta ideana täysin pätevä ratkaisu ei kuitenkaan toiminut odotetulla tavalla, koska kennoterminalissa on sisäänrakennettu mittaussiirin valvonta (CCRDIF), joka tunnisti, ettei mittausta ole

tehty virtamuuntajien avulla. Myös epäsymmetriasuojaukset (NSPTOC, NSPTOV) ja vaiheen jatkuvuussuojaus (PDNSPTOC) laukesivat.

Virtamuuntajien lisääminen kytkentään poisti toisen epäsymmetriasuojan laukaisun ja mittauspiirin valvonnan antaman hälytyksen, mutta osa ongelmista oli vielä läsnä. Jostain syystä vaiheen jatkuvuussuojaus (PDNSPTOC) ja epäsymmetriasuojaus (NSPTOV) laukesivat edelleen. Liukuvastuksia säätämällä saimme kuormat hyvin samansuuruisiksi eri vaiheissa ja vaihejärjestyskin vaikutti olevan kunnossa. Hieman yllättäen edes suojauksien asettelujen muuttaminen todella robusteiksi ei auttanut asiaa. Kokeilimme myös kääntää virran suunnan ”väärinpäin”, mutta tuloksetta. Molempien suojauksien toiminta johtui todennäköisesti samasta tuntemattomasta syystä. Näiden kyseisten suojauksien toiminta ei kuitenkaan ollut meillä testauslistalla, näin ollen päätimme ottaa ne pois käytöstä.

Näiden pienien mutkien jälkeen saimme järjestelmän toimimaan mallikkaasti. Mittausarvot ja tilatiedot näkyivät oikein sekä kennoterminalissa että ala-asemassa. Katkaisijan ohjauksen testauksessa jouduimme tekemään pieniä muutoksia kytkennöissä. Käytössä oleva katkaisija (Schneider Electric Compact NSX) nimittäin sisältää vain aukiohjauskelan, eikä ollenkaan kiinniohjauskelaa. Tekemäni ohjelma hyödynsi kuitenkin myös katkaisijan kiinniohjausta. Koska auki- ja kiinniohjaus ovat ohjaukseltaan samankaltaiset, pystyimme käyttämään katkaisijan aukiohjauskelaa molemmissa tarkoituksissa. Kiinniohjaustarkoituksessa aukiohjauskela kytkettiin vain kennoterminalin kiinniohjausulostuloon ja katkaisijan tilatiedot tuotiin kennoterminalille käänteisenä. Ohjausta testattiin myös niin sanotussa kielletyssä tilassa. Tämä tarkoittaa sitä, että katkaisijan vaunun ollessa erotettu, katkaisijaa ei saa pystyä ohjaamaan kiinni. Kaikki ohjaukset toimivat odotetusti.

Suojauksista testasimme ylivirta-, yli- ja alijännitesuojat. Yli- ja alijännitetilanne saatiin simuloitua muuttamalla sähköpöydän jännitelähteestä syötettyä jännitettä. Ylivirran toteuttamisen kanssa törmäsimme jälleen ongelmaan. Virranmittaus tapahtui nyt 5 A/1 A:n mittamuuntajien kautta. Saadaksemme kennoterminalille yli 1 A:n virran, tarvitsimme ensiöpuolelle yli 5 A:n virran. Kuormana olevilla liukuvastuksilla

pystyimme säätämään virtaa, mutta vastuksien virtaraja oli vain 1,8 A, eikä kennotermiinalin ylivirta-asettelua saanut 1 A alemmas. Pienen pohdinnan jälkeen päätimme toteuttaa ylivirtasuojauksen testaamisen alkuperäisellä virranmittaus suunnitelmalla eli ilman virtamuuntajia. Epäonneksemme epäsymmetriasuojaus (NSPTOC) laukesi taas avaten katkaisijan. Virta-arvo kuitenkin näkyi onnistuneesti kennotermiinalissa, joten liukuvastuksia säätämällä saimme myös ylivirtasuojan toimimaan, vaikkakin epäsymmetriasuojaus oli jo avannut katkaisijan.

Vaikka ylivirtasuojan testaus ei mennyt aivan suunnitellusti, havainnoimme, että ylivirtasuojaus toimi odotetusti asetelluilla arvoilla. Etukäteen itselläni olikin aavistus, että jotain pieniä ongelmia tulee taatusti. Kaiken kaikkiaan testaus meni onnistuneesti.

8 pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli hankkia tietoa ja kokemusta ABB:n uusista REF600- ja REM600-kennotermiinaaleista painottuen niissä olevaan IEC 61850 -standardoituun väylään ja täten parantaa Rejlersin kennotermiinali- ja väyläosaamista. Tavoitteiden saavuttamiseksi hankin ensin tarvittavaa teoria- ja yleistietoa kennotermiinaaleista ja IEC 61850 -standardista. Tämän jälkeen toteutin toimivan suojaus- ja kommunikatiojärjestelmän, joka mallinsi yksinkertaista johtolähdön suojausta sekä kennotermiinalin ja ala-aseman välistä kommunikaatiota.

Käytännön osion suunnitelma muuttui pariin otteeseen, mikä toi omalta osaltaan hieman haasteita työhön. Muutokset suunnitelmissa olivat kuitenkin tärkeitä ja mielestäni opettavaisia, sillä työelämässäkin muutoksia tulee eteen jatkuvasti ja niihin on pystyttävä sopeutumaan. Muutoksista huolimatta minulla oli aina tunne, että langat olivat minun käsissäni ja pystyin itse hallitsemaan työni suunnan.

Työstä tuli hieman laajempi ja enemmän todellisuutta vastaava verrattuna alkuperäiseen suunnitelmaan. Lopputuloksena sain kuitenkin tehtyä toimivan järjestelmän, mistä olen erittäin tyytyväinen. Itselleni jäi kuitenkin hieman tyytymätön olo teo-

riaosuuden laitevertailusta (ABB vs. Vamp vs. Siemens). Yrityksistäni huolimatta osio tuntui jäävän hieman liian pinnalliseksi. Syy voi olla siinä, etten ole ikinä käyttänyt Vampin tai Siemensin kennotermiinaaleja, jolloin vertailu oli tehtävä puhtaasti manuaalien perusteella. Tällöin on syytä miettiä, kuinka luotettavaa kirjoittamani teksti on tuolta osin.

Työn aikana huomasin, kuinka laajamittaista osaamista sähköinsinööri voikaan tarvita. Suojausjärjestelmää suunniteltaessa ja toteuttaessa tarvitaan todella paljon tietotekniikan osaamista. Järjestelmien ja laitteiden kehittyessä uskon vahvasti, että osaamista tullaan tulevaisuudessa tarvitsemaan entistä enemmän. Tämä luo haasteita sähköinsinööreille, mutta toivottavasti myös mahdollisuuksia niille, jotka haasteeseen tarttuvat. Jatkossa pyrin kehittämään omaa ammattitaitoani kennotermiinaaleista ja väylistä. Toivon myös, että Rejlersillä pystyttäisiin hyödyntämään hankittua tietoa ja kokemusta suunnittelussa ja esimerkiksi käyttöönotoissa.

Toivon tekemäni opinnäytetyön ja erityisesti sen konfiguroinnin pikaohjeen palvelevan niin suunnittelijoita kuin koulujakin. Työni toimii hyvänä pohjana, jos halutaan rakentaa laajempi järjestelmä, esimerkiksi lisäämällä useampi kennotermiinaali ja GOOSE-liikenne. Mahdollista on myös teettää sama työ tai osa työstä koulun opiskelijoilla projektityönä.

Lähteet

Aura, L. & Tonteri, A.J. 1993. Sähkölaitostekniikka. Porvoo: WSOY

Hakala-Ranta, A, Rintamäki, O & Starck, J. 2009. Utilizing possibilities of IEC 61850 and GOOSE. Artikkelin ABB:n nettisivuilla. Viitattu 27.1.2014
[http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/3ff2dbcff3a10556c12575e60043b35f/\\$file/ABB_whitepaper_CIRE2009_0741.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/3ff2dbcff3a10556c12575e60043b35f/$file/ABB_whitepaper_CIRE2009_0741.pdf).

IEC 61850. N.d. Standardin tiivistelmä Digitalbond-nettisivuilla. Viitattu 24.3.2014
<https://www.digitalbond.com/scadapedia/standards/iec-61850/>

Johtolähdön suojaus ja ohjaus. N.d. Kennotermiinaalien esittely ABB:n nettisivuilla. Viitattu 11.2.2014 <http://www.abb.com/product/fi/9AAC30200300.aspx?country=FI>

Konsti, M. 2012. Yritysesittely suomeksi. PowerPoint-esitys Rejlersin intranetissä. Viitattu 7.1.2014.

Konsti, M. 2013. Energized yritysesittely suomeksi. PowerPoint-esitys Rejlersin intranetissä. Viitattu 7.1.2014.

Kytölä, A. N.d. Askeleen edellä. ABB:n historiaa ABB:n nettisivuilla. Viitattu 4.2.2014
<http://www.abb.fi/cawp/seitp202/39942e5d20086747c1257c2b0042341a.aspx>

Käyttö- ja konfigurointiohje, VAMP 255 / 245 / 230. 2012. Ohje Vampin nettisivuilla. Viitattu 24.3.2014 <http://www-fi.vamp.fi/Manuals/Finnish/VM255.FI003.pdf>

Muschlitz, B. 2012. What's New in IEC 61850 Edition 2. Blogikirjoitus standardin 2. painoksen uudistuksista Enernex-nettisivuilla. Viitattu 24.03.2014
<http://www.enernex.com/blog/whats-new-in-iec-61850-edition-2/>

Mörsky, J. 1992. Relesuojaustekniikka. Hämeenlinna: Otatieto.

Operation and configuration instructions, VAMP 257. 2012. Ohje Vampin nettisivuilla. Viitattu 24.3.2014 <http://www-fi.vamp.fi/Manuals/English/VM257.EN008.pdf>

Operation and configuration instructions, VAMP 259. 2011. Ohje Vampin nettisivuilla. Viitattu 24.3.2014 <http://www-fi.vamp.fi/Manuals/English/VM259.EN007.pdf>

Operation and configuration instructions, VAMP 265. 2011. Ohje Vampin nettisivuilla. Viitattu 24.3.2014 <http://www-fi.vamp.fi/Manuals/English/VM265.EN011.pdf>

Operation and configuration instructions, VAMP 265M. 2011. Ohje Vampin nettisivuilla. Viitattu 24.3.2014 <http://www-fi.vamp.fi/Manuals/English/VM265M.EN003.pdf>

Product guide COM600, 2012. Ohje ABB:n nettisivuilla. Viitattu 20.4.2014
[http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/04a937b04ea99cb3c1257aad0031463f/\\$file/COM600_pg_756764_ENe.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/04a937b04ea99cb3c1257aad0031463f/$file/COM600_pg_756764_ENe.pdf)

Product Guide REF611, 2012. Ohje ABB:n nettisivuilla. Viitattu 11.2.2014.
[http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/f04aafff755d25dcc1257a060042d5e9/\\$file/REF611_pg_757468_ENc.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/f04aafff755d25dcc1257a060042d5e9/$file/REF611_pg_757468_ENc.pdf)

Product Guide REF615, 2013. Ohje ABB:n nettisivuilla. Viitattu 4.2.2014.
[http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/6e0923adccff78fb8c1257b2f0043b22a/\\$file/REF615_pg_756379_ENm.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/6e0923adccff78fb8c1257b2f0043b22a/$file/REF615_pg_756379_ENm.pdf)

Product Guide REF620, 2013. Ohje ABB:n nettisivuilla. Viitattu 11.2.2014.
[http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/586d9ac8f4a5b42ec1257c3c0025d8fd/\\$file/REF620_Product_Guide_1MAC506635-PG_Rev_B.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/586d9ac8f4a5b42ec1257c3c0025d8fd/$file/REF620_Product_Guide_1MAC506635-PG_Rev_B.pdf)

Product Guide REF630, 2012. Ohje ABB:n nettisivuilla. Viitattu 11.2.2014.
[http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/42c423ab3e152f1dc1257a8c0019a882/\\$file/REF630_pg_756976_ENe.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/42c423ab3e152f1dc1257a8c0019a882/$file/REF630_pg_756976_ENe.pdf)

Product Guide REM611, 2012. Ohje ABB:n nettisivuilla. Viitattu 12.2.2014.
[http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/eb0fe7d7db20c670c1257a060042fcbe/\\$file/REM611_pg_757469_ENc.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/eb0fe7d7db20c670c1257a060042fcbe/$file/REM611_pg_757469_ENc.pdf)

Product Guide REM615, 2011. Ohje ABB:n nettisivuilla. Viitattu 4.2.2014.
[http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/5b940fdd2c8817e6c1257b2f0043d749/\\$file/REM615_pg_756890_ENg.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/5b940fdd2c8817e6c1257b2f0043d749/$file/REM615_pg_756890_ENg.pdf)

Product Guide REM620, 2012. Ohje ABB:n nettisivuilla. Viitattu 12.2.2014.
[http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/0fc71b8773bd795dc1257ab6005c5ef2/\\$file/REM620_Product_Guide_1MAC609372-PG_Rev_A.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/0fc71b8773bd795dc1257ab6005c5ef2/$file/REM620_Product_Guide_1MAC609372-PG_Rev_A.pdf)

Product Guide REM630, 2012. Ohje ABB:n nettisivuilla. Viitattu 12.2.2014.
[http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/b413e904fdf9f907c1257a8c0019ee07/\\$file/REM630_pg_756977_ENe.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/b413e904fdf9f907c1257a8c0019ee07/$file/REM630_pg_756977_ENe.pdf)

Product Guide PCM600, 2013. Ohje ABB:n nettisivuilla. Viitattu 4.2.2014
[http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/4cc31554f44e74efc1257c6a0043f62f/\\$file/PCM600_2.6_pg_756448_ENk.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/4cc31554f44e74efc1257c6a0043f62f/$file/PCM600_2.6_pg_756448_ENk.pdf)

Product Guide RIO600, 2013. Ohje ABB:n nettisivuilla. Viitattu 11.2.2014.
[http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/cb8e8961d54fef27c1257c6e00334914/\\$file/RIO600_pg_757487_ENc.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/cb8e8961d54fef27c1257c6e00334914/$file/RIO600_pg_757487_ENc.pdf)

Relion-tuoteperhe ABB:lta. N.d. Uusien kennoterminaalien esittely ABB:n nettisivuilla. Viitattu 4.2.2014. <http://www.abb.com/relion>

Selection guide for SIPROTEC and Reyrolle, 2013. Ohje Siemensin nettisivuilla. Viitattu 31.03.2014 http://www.energy.siemens.com/ecc_pool/SIPROTEC4/6840568e-cda6-41ce-8df8-07d455c56d6a/Relay_Selection_Guide_A1_en.pdf

SIPROTEC 5 – Devices: Protection, Automation and Monitoring, 2013. 2nd Edition. Nuremberg, Germany: Siemens AG.

SIPROTEC 5 Engineering Guide DIGSI 5. ver. 2.0. 2013. Ohje Siemensin nettisivuilla. Viitattu 28.2.2014 http://www.energy.siemens.com/ecc_pool/SIPROTEC5/fcb898de-c196-452c-bf0a-a1c54a4b4b56/Engineering-Guide_enUS.pdf

Sähkökatkot ja jakelun keskeytykset. N.d. Artikkelin energiateollisuuden nettisivuilla. Viitattu 28.2.2014 <http://energia.fi/sahkomarkkinat/sahkoverkko/sahkokatkot-ja-jakelun-keskeytykset>

VAM16D external LED module for VAMP 230/245/255. n.d. LED-moduulin käyttöohje Vampin nettisivuilla. Viitattu 24.03.2014 <http://www-fi.vamp.fi/Manuals/English/VM16D.EN001.pdf>

Vamp. 2012. Vampin yritysesittely wikipediassa. Viitattu 3.3.2014 <http://fi.wikipedia.org/wiki/Vamp>

VAMP 300 Protection IED. 2013. VAMP 300 F:n ja 300 M:n käyttömanuaali Vampin nettisivuilla. Viitattu 24.03.2014 http://www-fi.vamp.fi/Press%20release/V300_EN_M_A001.pdf

Vamp 300 F johtolähtö- ja Vamp 300 M moottorisuojareleet. 2013. Uutinen Vamp:n nettisivuilla. Viitattu 24.03.2014 <http://www-fi.vamp.fi/Suomeksi/Vamp%20Oy/Uutiset/Default.aspx>

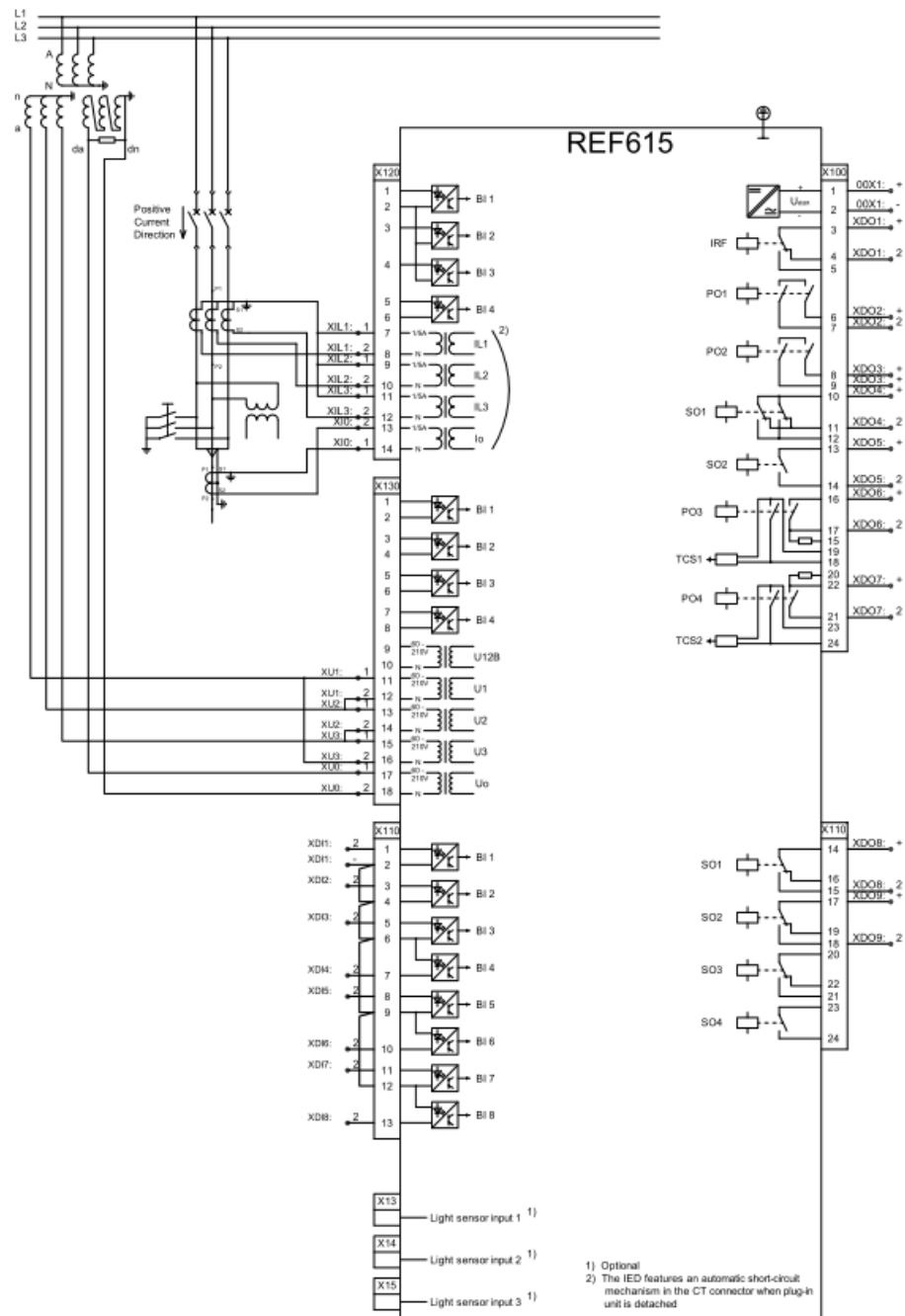
VAMPSET asettelu- ja konfigurointiohjelmisto. 2013. Käyttöohje VAMPSET-ohjelmaan Vampin nettisivuilla. Viitattu 24.03.2014 http://www-fi.vamp.fi/VAMPSET/VVAMPSET_FI_M_B006.pdf

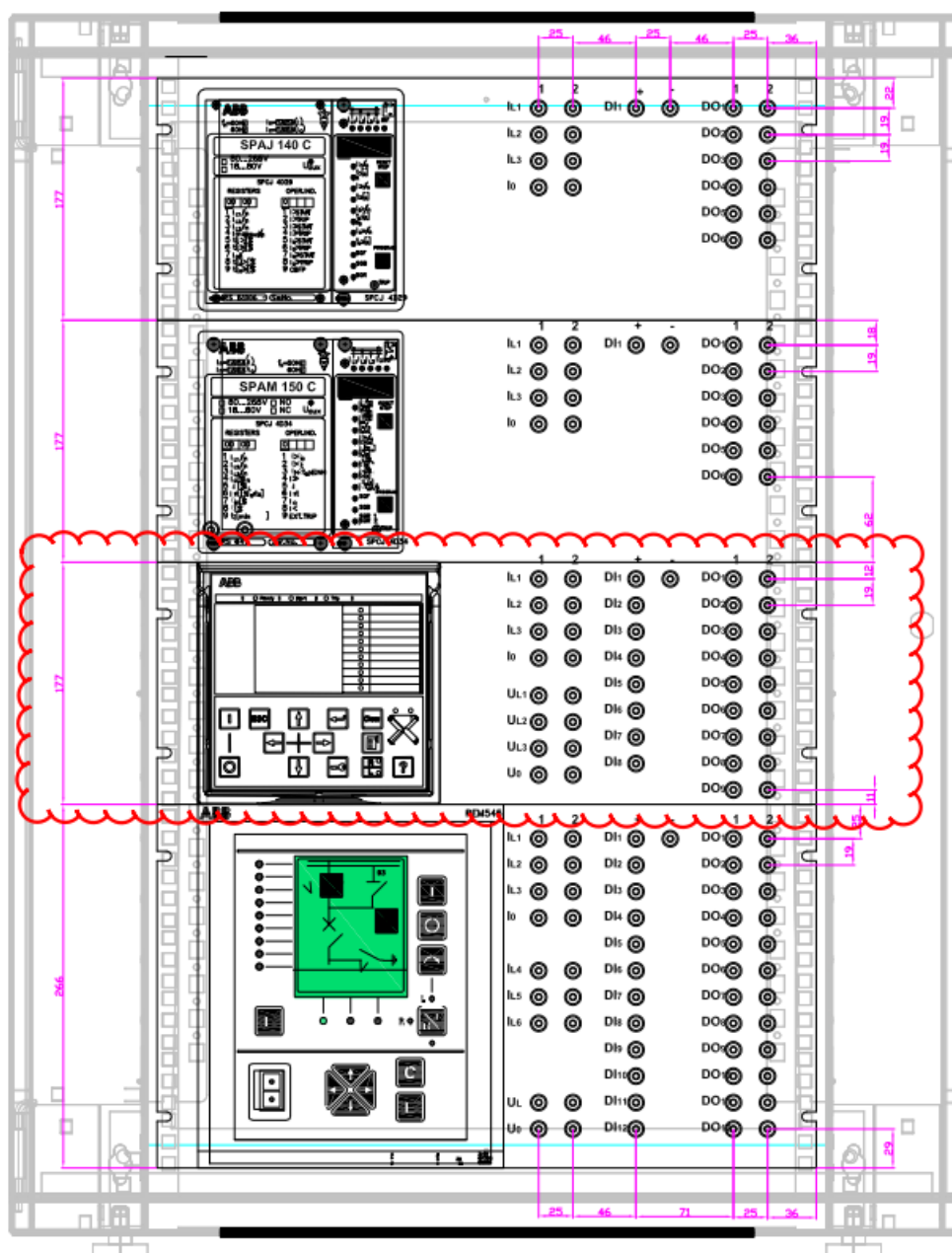
VIO12A/B RTD input modules, VIO 12C/D RTD and mA output/input modules. N.d. IO-moduulien käyttöohje Vampin nettisivuilla. Viitattu 24.03.2014 <http://www-fi.vamp.fi/Manuals/English/VMVIO12A.EN005.pdf>

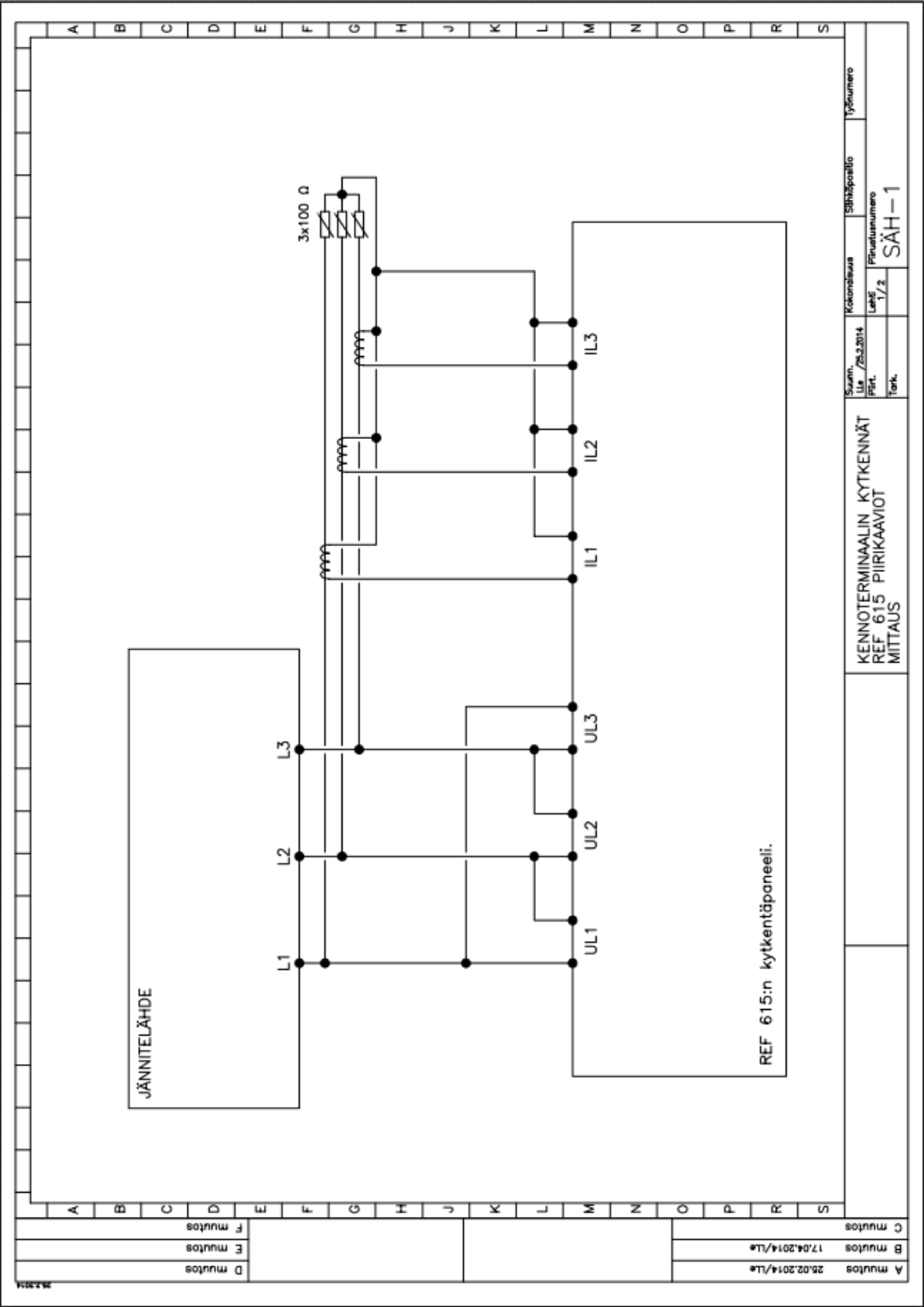
Yritys. n.d. Yritystietoja Rejlersin nettisivuilla, viitattu 7.1.2014, <http://www.rejlers.fi/>

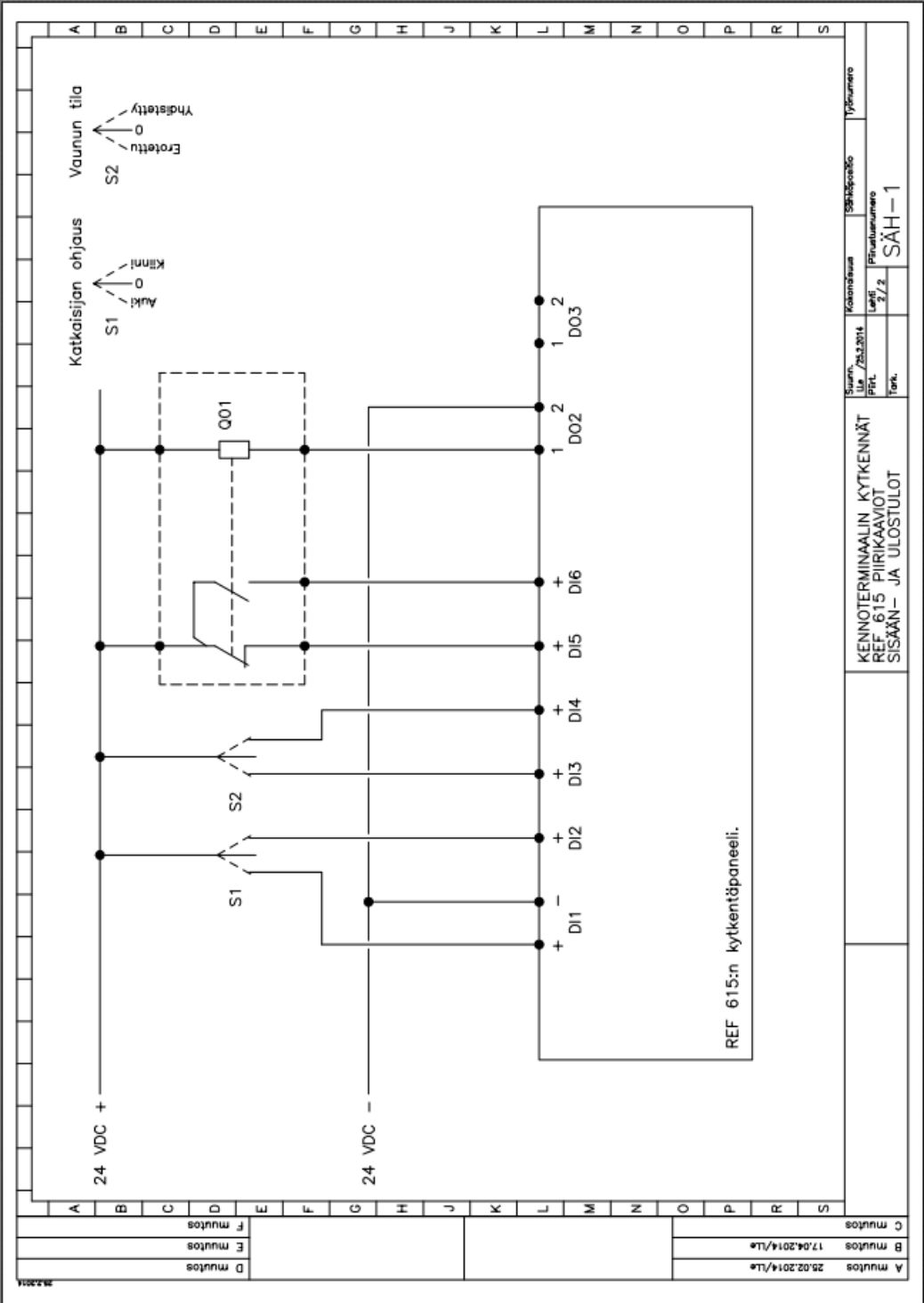
Liitteet

Liite 1. Piirikaaviot









Liite 2. Testaussuunnitelma

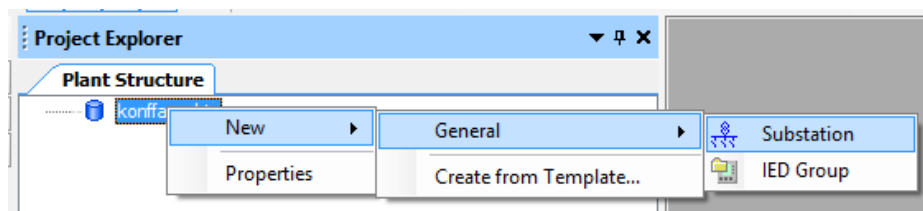
TESTAUSSUUNNITELMA			
	TOIMENPIDE	Tavoite	OK
JÄNNITTEEN MITTAUS	Kytetään alle 100V pääjännite kennotermiinalin tuloihin UL1-UL3	Mittauksien lukeminen kennotermiinalista, mimiikasta ja HMI:sta	
VIRRRAN MITTAUS	Kytetään alle 1A virta kennotermiinalin tuloihin IL1-IL3	Mittauksien lukeminen kennotermiinalista, mimiikasta ja HMI:sta	
TEHON MITTAUS	Virta- ja jännitemittaus kytketty	Mittauksien lukeminen kennotermiinalista, mimiikasta ja HMI:sta	
KATKAISIJAN TILATIEDOT	Kytetään jännite kennotermiinalin tuloihin DI5: auki ja DI6: kiinni	Tilatietojen näkyminen mimiikassa sekä HMI:ssä. (Myös epämääräinen tila)	
KATKAISIJAN VAUNUN TILATIEDOT	Kytkimellä ohjataan vaunun tilaa (kennotermiinalin tulot DI3: erotettu ja DI4: yhdistetty)	Tilatietojen näkyminen mimiikassa sekä HMI:ssä. (Myös epämääräinen tila)	
KATKAISIJAN OHJAUS KIINNI	Vaunun ollessa yhdistettynä, aukiohjauskela kytketään kennotermiinalin liittimiin DO3. Kytkimellä ohjataan katkaisija kiinni (kennotermiinalin tulo DI2)	Aukiohjauskela vetää	
KATKAISIJAN OHJAUS AUKI	Aukiohjauskela kytketään kennotermiinalin liittimiin DO2. Kytkimellä ohjataan katkaisija auki (kennotermiinalin tulo DI1)	Aukiohjauskela vetää	
KATKAISIJAN KIINNIOHJAUS LUKITUSSA TILASSA	Vaunun ollessa erotettu, aukiohjauskela kytketään kennotermiinalin liittimiin DO3. Kytkimellä ohjataan katkaisija kiinni (kennotermiinalin tulo DI2)	Aukiohjauskela ei saa vetää	
YLIVIRTASUOJAUS	Aukiohjauskela kytketään kennotermiinalin liittimiin DO2. Sähköpöydästä syötetään ylivirtaa (yli 1A)	Suojauksen toiminta näkyy kennotermiinalissa, että HMI:ssä. Aukiohjauskela vetää.	
YLIJÄNNITESUOJAUS	Aukiohjauskela kytketään kennotermiinalin liittimiin DO2. Sähköpöydästä syötetään ylijännitettä (yli 110V)	Suojauksen toiminta näkyy kennotermiinalissa, että HMI:ssä. Aukiohjauskela vetää.	
ALIJÄNNITESUOJAUS	Aukiohjauskela kytketään kennotermiinalin liittimiin DO2. Sähköpöydästä syötetään alijännitettä (alle 80V)	Suojauksen toiminta näkyy kennotermiinalissa, että HMI:ssä. Aukiohjauskela vetää.	

Liite 3. Kennoterminaalin ja ala-aseman konfiguroinnin pikaohje

REF6xx Kennoterminaalin ja COM600 ala-aseman konfiguroinnin pikaohje

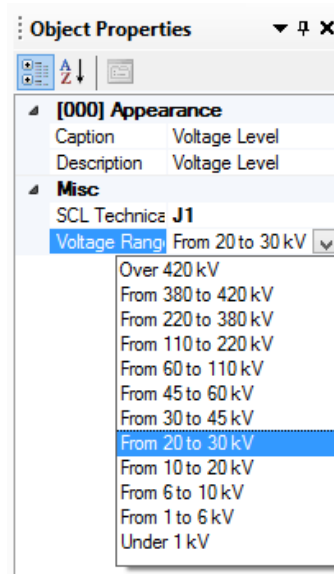
Kennoterminaalin konfigurointi PCM600:lla

- Lataa ja asenna ohjelma, joka löytyy osoitteesta:
<http://www.abb.com/product/db0003db004281/c12573e700330419c12571880022f10d.aspx>. Lataamista varten on tehtävä maksuton ABB-tili.
- Asennusohjelma asentaa myös Update Managerin, joka päivittää PCM600-ohjelmaa automaattisesti, jos päivityksiä on tarjolla. Ohjelmalla ladataan myös kennoterminaalien connectivity package:ja, jotka sisältävät kaiken tiedon kennoterminaleista, kuten esimerkiksi I/O:n määrän, käytettävät toimilohkot yms..
- Lataa käytettävän kennoterminaalin connectivity package Update Managerilla. Connectivity package:t löytyvät myös ABB sivuilta:
<http://www.abb.com/product/db0003db004281/aaf78df6ae473552c12574c00021dd0e.aspx>
- Avaa PCM600 ja tee uusi projekti valitsemalla työkalurivistä File -> New Project... Anna projektille kuvaava nimi, Description-kenttä on valinnainen.
- Lisää projektiin ala-asema (valikko avautuu hiiren oikealla painikkeella):



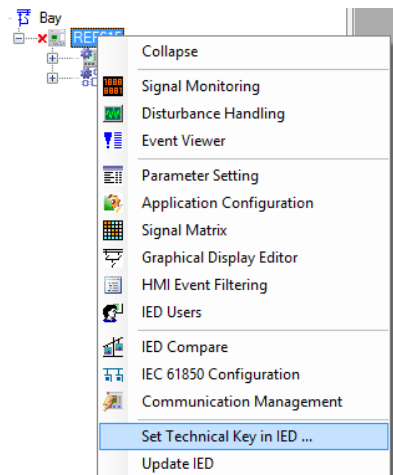
- Lisää ala-asemaan jännitetaso valitsemalla substation aktiiviseksi ja New -> General -> Voltage Level.

- Valitse käytettävä jännitetaso ominaisuusikkunasta. Ikkuna avautuu näytön oikeaan reunaan, kun valitset jännitetasosta Properties.



- Lisää jännitetasoon uusi kenttä valitsemalla jännitetaso aktiiviseksi ja New -> General -> Bay.
- Lisää kenttään kennotermiinaali valitsemalla kenttä aktiiviseksi ja New -> Feeder IEDs -> REF6xx
- Konfiguraatiovelho-ikkuna avautuu: kennotermiinaalin voi lisätä online-tilassa, jolloin tietokone yhdistetään kennotermiinaaliin ja ohjelma lukee siitä tarvittavat tiedot, tai offline-tilassa, jolloin käsin syötetään kennotermiinaalin sarjanumero. Kennotermiinaalin lisääminen kannattaa aina tehdä online-tilassa jos mahdollista virheiden välttämiseksi. Suorita konfiguraatiovelho haluamallasi tavalla loppuun seuraten sen antamia ohjeita.
- Technical Key on kennotermiinaalin uniikki tunniste ja sillä voidaan esimerkiksi erottaa saman projektin samanlaiset kennotermiinaalit toisistaan. Projektissa ei voi olla kahta samaa Technical Key:tä. Projekti luo kennotermiinaalille automaattisesti Technical Key:n käyttäen projektipuun aiempien objektien tunnuksia (esim. AA1, J1, Q01). Technical key:tä ei ole syytä muuttaa, mutta sen voi halutessaan tehdä.

Technical Key:n on oltava sama projektissa ja kennotermiinaalissa, jotta kennotermiinaali hyväksyy muutoksia tietokoneelta. Aseta projektissa oleva Technical Key kennotermiinaaliin valitsemalla Set Technical Key in IED... Vaihtoehtoisesti tuolla samalla työkalulla voidaan lukea kennotermiinaalissa valmiiksi oleva Technical Key ja käyttää sitä projektissa. Tämän vaiheen voi tehdä myöhemminkin, mikäli kennotermiinaali ei ole yhdistettävissä, kuitenkin ennen kuin konfiguraatio ladataan kennotermiinaaliin.



- Määritä jännitteen ja virran muuntosuhteet:

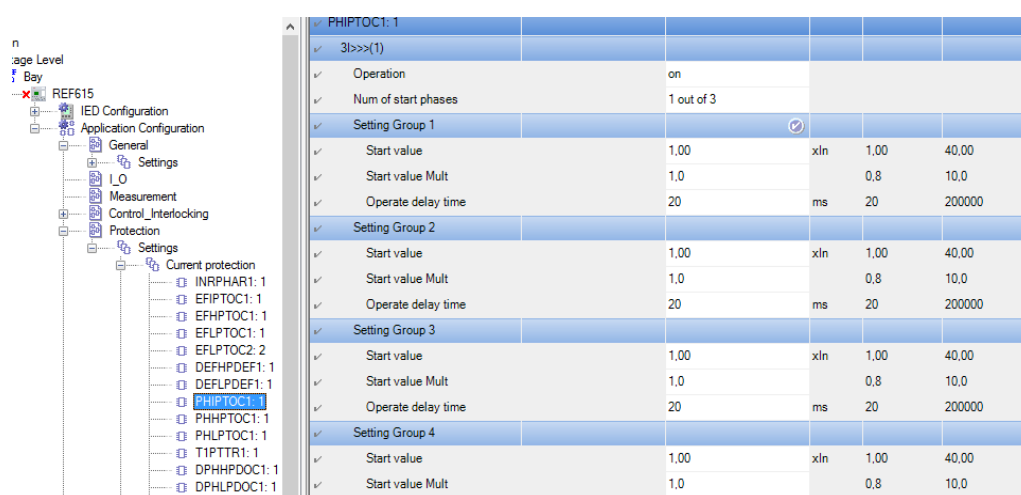
The screenshot shows the 'REF615 - Parameter Setting' window. The left pane shows the project tree with 'Current (3I,CT): 1' selected. The right pane displays the parameter settings for this current transformer.

Group / Parameter Name	IED Value	PC Value	Unit	Min	Max
Current (3I,CT): 1					
Current (3I,CT)					
✓ Primary current		100,0	A	1,0	6000,0
✓ Secondary current		1A			
✓ Amplitude Corr A		1,0000		0,9000	1,1000
✓ Amplitude Corr B		1,0000		0,9000	1,1000
✓ Amplitude Corr C		1,0000		0,9000	1,1000
✓ Angle Corr A		0,0000	deg	-20,0000	20,0000
✓ Angle Corr B		0,0000	deg	-20,0000	20,0000
✓ Angle Corr C		0,0000	deg	-20,0000	20,0000

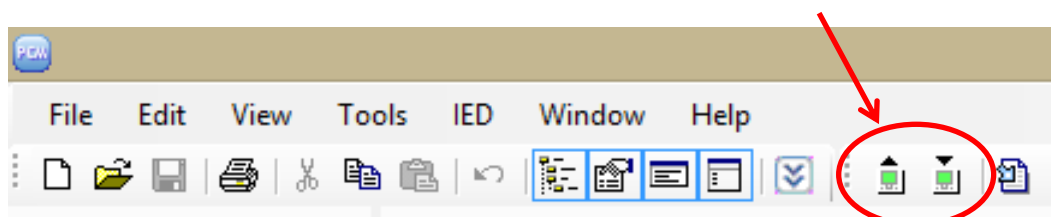
- Ohjelmakonfiguraatio: Ohjelmakonfiguraatio saattaa kennotermiinaalin mallista riippuen sisältää ABB:n tekemän valmiin ohjelman, jota on kyllä mahdollista muokata. Mikäli valmista ohjelmakonfiguraatiota ei ole, on se itse tehtä-

vä. Projektiin voi ladata kennoterminalissa olevan ohjelmakonfiguraation valitsemalla projektipuusta REF6xx -> Read From IED... Projektiin voidaan myös tuoda valmis ohjelmakonfiguraatio valitsemalla projektipuusta REF6xx -> Import... Ohjelmakonfiguraation saa avattua muokkausta varten valitsemalla projektipuusta REF6xx -> Application Configuration. Apua ohjelmakonfiguraation tekemiseen löytyy kun klikkaa projektipuusta REF6XX -> Documentation -> Application Manual.

- Suojausparametrien muokkaus löytyy seuraavasta valikosta:



Kennoterminali käyttää oletuksena Setting Group 1:stä (asetteluryhmää). Parametrimuutokset saadaan ladattua kennoterminaliin/kennoterminalista seuraavasta valikosta:



- Väyläliikenne: Ala-asemalle menevä väyläliikenne ja GOOSE väyläliikenne konfiguroidaan valitsemalla projektipuusta REF6xx -> IEC61850 Configuration. Työkalurivillä on alasvetovalikko, josta voit vaihtaa konfiguroitavaa asiaa: Server – Client (ala-asema – kennoterminali), GOOSE (kennoterminali – kennoterminali) ja Process Bus (prosessiväylä). Kennoterminalimallista riippuen

väyläkonfiguraatiossa voi olla jo valmiina ABB:n ehdottamat data setit, jolloin niitä ei välttämättä tarvitse muokata lainkaan. Apua data settien lisäämiseen/muokkaamiseen löytyy, kun klikkaa projektipuusta REF6XX -> Documentation -> IEC61850 Engineering Guide.

- Lataa valmis konfiguraatio kennotermiinaliin valitsemalla projektipuusta REF6xx -> Write to IED...

Mikäli haluat varmuuskopioida kennotermiinalissa jo olemassa olevan konfiguraation, voit tehdä sitä varten projektiin oman kennotermiinalin johon Import toiminnolla saat ladattua konfiguraation. Tämän jälkeen Export-toiminnolla saat tehtyä siitä varmuuskopiotiedoston (esim. ".pcmi") ja ylimääräisen kennotermiinalin voi sen jälkeen poistaa projektista.

- Kennotermiinalin konfiguraatio on saatava myös ala-asemalle, joten valitse projektipuusta REF6xx -> Export ja valitse tiedostotyyppi ".cid".

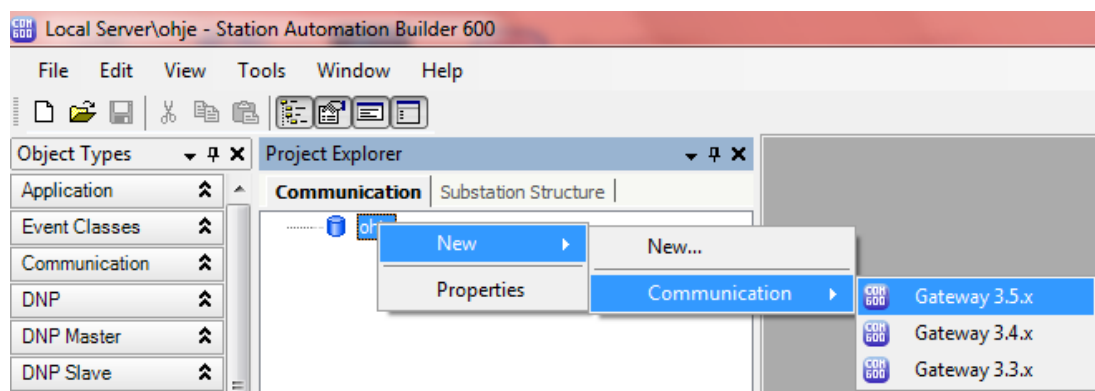
COM600 Ala-aseman konfigurointi SAB600:lla

- Asenna SAB600 ohjelma tietokoneelle. SAB600 toimitetaan COM600:n mukana, mutta se voidaan ladata myös osoitteesta:

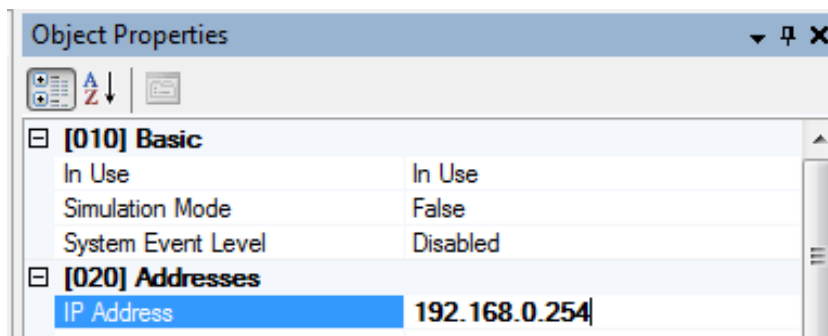
[http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/472d0f7333ba6c48c1257a24003374b2/\\$file/SAB_40_DVD.txt](http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/472d0f7333ba6c48c1257a24003374b2/$file/SAB_40_DVD.txt)

HUOM: ohjelmaa on ilmaista käyttää vain jos olet ostanut COM600:n, muille se maksaa 60€.

- Aktivoi lisenssi työkaluvalikosta Help -> Licence Activation...
- Käynnistä COM600 ala-asema, jos et ole sitä vielä käynnistänyt.
- Avaa ohjelma ja luo uusi projekti samaan tapaan kuin PCM600:lla
- Lisää projektiin yhdyskäytävä, valitse listasta uusin versio:

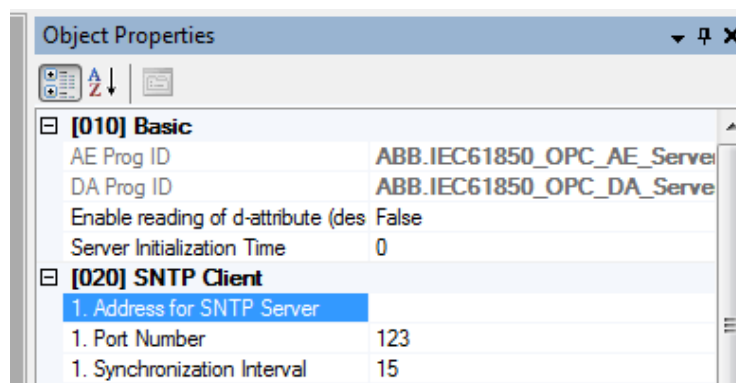


- Lisää yhdyskäytävään OPC-palvelin: New -> IEC61850 -> IEC61850 OPC Server.
- Lisää OPC-palvelimeen aliverkko: New -> IEC61850 -> IEC61850 Subnetwork.
- Lisää Aliverkkoon kennotermiinaali: New -> IEC61850 -> IEC61850 IED
- Kennotermiinaalin konfiguroinnin tuonti: valitse projektipuusta kennotermiinaali ja klikkaa SCL Import (valikko ensin auki hiiren oikealla painikkeella). Paina Select File ja etsi luomasi ".cid" tiedosto. Paina Import.
- Mikäli näytön alas tulee SCL generator error, tarkoittaa se todennäköisesti sitä, että SLD editorissa on valvomonäyttö generoitu väärin. SAB600 yrittää luoda valvomon saamallaan tiedoilla kennotermiinaaleista ja se saattaa joskus epäonnistua. Valvomon virheet eivät vaikuta toiminnallisuuteen millään tavalla ja ala-aseman konfiguraatio voidaan ladata ala-asemalle, vaikka virheitä ei korjaisikaan. SLD editorin saa auki valitsemalla Project Explorerista Substation Structure-välilehti ja klikkaamalla kentän (Bay) objektista SLD-editor. Editorin saa auki myös muista objekteista, jolloin siinä voi muokata kyseiseen objektiin liittyviä asioita. Enemmän tietoa SLD-editorin toiminnasta löytyy Help -> Contents... -> HMI Configuration manual.
- Tarkista kennotermiinaalin IP-osoite sen ominaisuuksista:

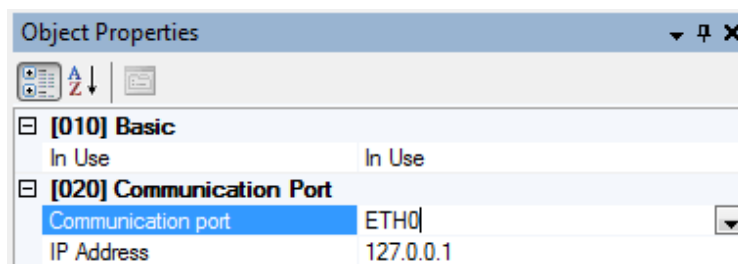


Mikäli konfiguroit kennotermiinalin etuportin kautta ja haluat käyttää nyt takaporttia ala-aseman välisessä kommunikoinnissa, on IP-osoite vaihdettava vastaamaan takaportin IP-osoitetta.

- Aikapalvelin: Aikapalvelimen asettaminen ei ole pakollista, mutta vain siten kennotermiinaliin ja ala-asemaan saadaan luotettava aika. Luotettava aika on tärkeä, jotta häiriötallenteiden ja hälytyksien aikaleimoihin voidaan luottaa. Aikapalvelimen IP-osoite ja portti asetetaan OPC-palvelimen ominaisuuksiin (mikäli palvelimena käytetään internetissä olevaa julkista palvelinta, kuten fi.pool.ntp.org, on ala-asema yhdistettävä internetiin).

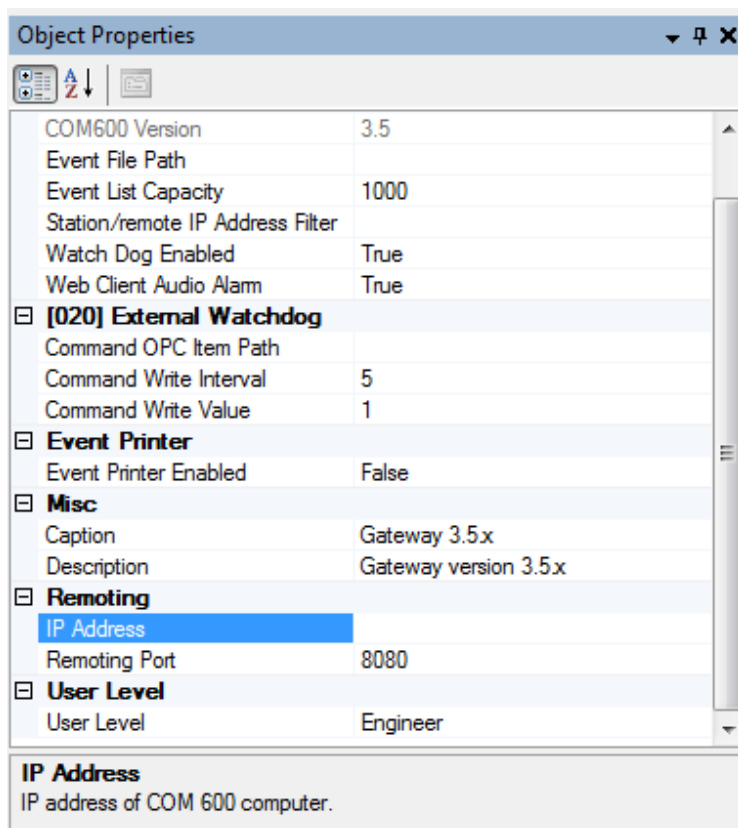


- GOOSE-viestit: Jos kennotermiinalit lähettävät toisilleen GOOSE-viestejä, aseta aliverkon ominaisuuksista väyläportti, jossa viestit kulkevat. IP-osoite on oletuksena 127.0.0.1, jota ei tarvitse muuttaa. Jos GOOSE-viestejä ei lähetetä, ei valinnalla ole mitään merkitystä.



- Yhteyksien konfigurointi: Yhdyskäytävän ominaisuuksiin on lisättävä COM600 ala-aseman IP-osoite, johon tietokone on kytketty.

Huom. COM600 tietokoneessa on kaksi IP-osoitetta ja niitä varten kaksi paikkaa, johon ethernetin voi kytkeä. Toinen portti on nimeltään remote ja toinen local. Suositeltavaa on kytkeä tietokone local porttiin, jottei ongelmia tule palomuurin kanssa (porteilla on erilaiset palomuuriasetukset).

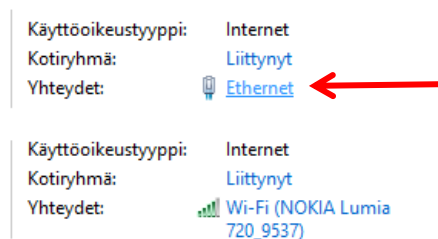


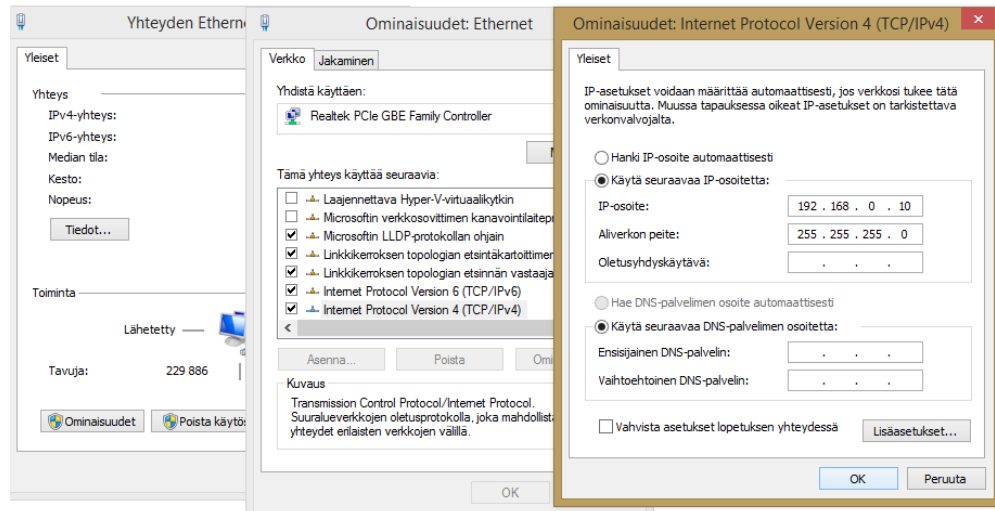
Jotta tietokone kykenee kommunikoimaan ala-aseman kanssa, niiden täytyy olla samassa aliverkossa. IP-osoite koostuu aliverkon osasta ja koneen osasta. Aliverkon peite (Subnet mask) määrittää, mikä osa IP-osoitteesta on aliverkkoa ja mikä koneosaa. Yleisimmin käytetty aliverkon peite on 255.255.255.0, mikä tarkoittaa,

että ensimmäiset 24 bittiä IP-osoitteesta kertovat aliverkon osoitteen ja 8 bittiä kertovat koneen osoitteen. Toisin sanoen kaksi konetta ovat samassa aliverkossa, kun niiden IP-osoitteista kolme ensimmäistä neljännestä ovat samoja ja niiden aliverkkojen peite on edellä mainittu. Esim. 192.168.0.10 ja 192.168.0.11 ovat samassa aliverkossa, mutta 192.168.1.12 ei ole samassa aliverkossa edellisten osoitteiden kanssa.

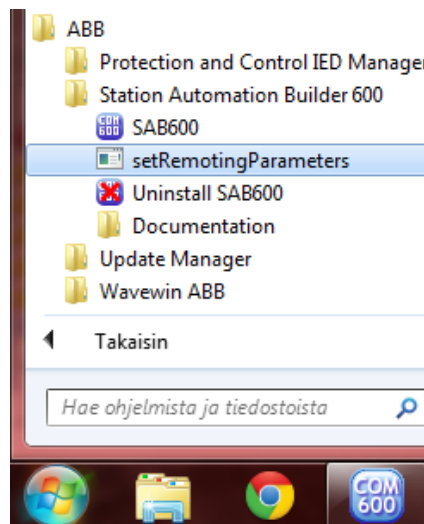
Tästä syystä oman koneen IP-osoite on tarkistettava ja tarvittaessa muutettava vastaamaan ala-aseman aliverkkoa. Samassa kohtaa kannattaa myös tarkistaa, että kennotermiinin IP-osoite on samassa aliverkossa ala-aseman kanssa. Mikäli kennotermiini ja ala-asema eivät ole samassa aliverkossa, on jompaakumpaa muutettava siten, että ne ovat. Kennotermiinin IP-osoitetta voidaan muuttaa PCM600:ssa Properties-ikkunasta.

Tietokoneella (ja ala-asemalla) IP-osoitteen ja aliverkon peitteen voi tarkistaa kirjoittamalla komentoriville (cmd) "ipconfig". IP-osoitteen voi muuttaa valitsemalla Ohjauspaneeli -> Verkko ja Jakamiskeskus -> Ethernet -> Ominaisuudet -> valitse Internet Protocol Version 4, klikkaa ominaisuudet -> Käytä seuraavaa IP-osoitetta -> kirjoita IP-osoite ja aliverkon peite.





Jotta yhteys tietokoneen ja ala-aseman välillä toimisi, on vielä tehtävä yksi toimenpide. Toimenpide on tehtävä vain, jos tietokoneessa on useampi verkkokortti (esim. kannettavissa usein on langaton- ja kiinteä verkkokortti). SAB600:lle on siis kerrottava, mitä tietokoneen IP-osoitetta käytetään yhteyteen. ABB:llä on jostain syystä tähän oma ohjelmansa "SetRemotingParameters", joka löytyy seuraavasta valikosta:



Avaa ohjelma ja valitse listasta käytettävä IP-osoite ja paina "Apply".

- Konfiguraatio on valmis ja ladattavissa ala-asemaan. Lataaminen tapahtuu valitsemalla Gateway -> Management -> Update & Reload Configuration. Ma-

nagement ikkuna ei aukea, jos koneet eivät ole samassa aliverkossa tai yhteydessä on jokin muu vika.

- Ala-asemaan liitettävältä näytöltä nähdään yksiviivapiirroksena koko järjestelmä tilatietoineen ja kennotermiinaalit mittausarvoineen. Valvomonäyttö saadaan näkymään myös erilliselle tietokoneelle, joka yhdistetään ala-asemaan kirjoittamalla selaimen osoitekenttään ala-aseman IP-osoite. Valvomon oletuskirjautumistunnus on admin ja salasana adminadmin.